

ПРИНЦИПИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТА ФІТОМЕЛІОРАЦІЇ ДЕВАСТОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ

В. Снітинський, д. б. н.

ORCID ID: 0000-0001-9633-1004

М. Іванків, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-4911-2877

Н. Качмар, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0003-4471-5895

Т. Дацко, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-2957-1822

А. Дидів, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-4436-9008

Львівський національний університет природокористування

І. Городиська, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-1580-3450

Інститут агроекології і природокористування НААН України

<https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27.013>

Снітинський В., Іванків М., Качмар Н., Дацко Т., Дидів А., Городиська І. Принципи рекультивациі та фітомеліорації девастрованих ландшафтів

Проаналізовано та узагальнено літературні джерела й результати власних досліджень щодо оцінки технологічних і організаційних рішень з ревіталізації техногенних ландшафтів. Акцентована увага на тому, що на території України є велика кількість девастрованих земель, які утворилися в результаті різних видів господарської діяльності, що призводить до руйнування природних екосистем, а отже, вони потребують відновлення. Умови техногенезу вносять корективи в життя рослинного світу, зокрема щодо відтворення в уражених зонах. Ці питання вимагають пошуку принципів та методів оптимізації пошкоджених ландшафтів за допомогою фітомеліорації, фіторекультивациі та природоохоронних заходів, що є важливим завданням у контексті загального збереження довкілля. Впровадження сучасних методів ревіталізації дозволить відновити порушені землі та забезпечити їх раціональне використання, відновити родючість ґрунтів і біорізноманіття в порушених ландшафтах, створити нові можливості для економічного розвитку, що натомість зумовить поліпшення стану довкілля та підвищення якості життя населення.

Обґрунтовано необхідність розроблення комплексу рішень для організації поетапного планування раціонального використання порушених земель. Оскільки Україна має різноманітні природні умови, вибір видів рослин для створення стійких фітоценозів у ході рекультивациі повинен бути обґрунтованим і мати екологофітоценотичну сумісність та придатність до умов місцевості. В основі успішного процесу ревіталізації техногенно трансформованих ландшафтів має бути використання потенційних можливостей і тенденцій, закладених у самій природі. На основі аналізу наукової літератури щодо раціонального використання порушених земель з метою пристосування їх до повторного та перспективного використання виявлено, що землі, утворені внаслідок техногенної діяльності людини, можуть бути використані як для рекреації, так і для різного господарського освоєння.

Ключові слова: техногенна трансформація, фіторекультивациа, природне заростання, рослинні угруповання.

Snitynskyi V., Ivankiv M., Kachmar N., Datsko T., Dydiv A., Horodyska I. Principles of reclamation and phytomelioration of devastated landscapes

The article presents an analysis and synthesis of literature sources, as well as the results of the author's research on the evaluation of technological and organizational solutions for revitalizing technogenic landscapes. It focuses on the large areas of devastated lands in Ukraine that were formed due to various types of economic activities, resulting in the destruction of natural ecosystems. These lands need to be restored. The conditions of technogenesis have caused transformations of the life of flora, particularly in the affected areas, explaining and assisting which encounters complex theoretical problems. These issues require new principles and methods to optimize the damaged landscapes using phytomelioration, phytoreclamation, and environmental protection measures, which is an essential task for general environmental conservation. Implementing modern revitalization methods will restore disturbed lands, ensure their rational use, recover soil fertility and biodiversity in disturbed landscapes, and create new economic development opportunities. This, in turn, will improve the environment and the quality of human life.

The purpose of this work is to justify the need to develop a set of solutions for organizing a phased planning of the rational use of disturbed lands. Ukraine has a variety of natural conditions, so the choice of plant species for creating stable phytocenoses during reclamation should be justified and ecologically and phytocenotic compatible and suitable for local conditions. To be successful, the process of revitalizing technogenically transformed landscapes should be based on the use of potential opportunities and trends inherent in nature itself. Based on the analysis of scientific literature on the rational use of

disturbed lands to adapt them to repeated and prospective use, the article highlights that lands formed as a result of human technogenic activity can be used for recreation and various economic development.

Key word: technogenic transformation, phytoremediation, natural overgrowth, plant communities.

Постановка проблеми. Україна має багату природну спадщину, але вона також стикається з проблемами деградації та деградації ландшафтів через інтенсивну господарську людську діяльність, таку як надмірне вирубування лісів, незаконне добування корисних копалин, забруднення ґрунтів та водойм, зокрема важкими металами, радіонуклідами, стійкими органічними сполуками, а також забудовою природних територій, військовими діями. Отже, часто трапляються прояви деградації та синантропізації екосистем, що загрожує втратою гено-, цено- та екофонду та зниженню естетичної цінності ландшафтів.

Промислове виробництво зазвичай призводить до змін у навколишньому середовищі значно швидше, ніж природні процеси можуть відновити рівновагу. Негативний вплив на порушені землі поширюється на значно більшу площу, ніж сама порушена територія. Загалом це підкреслює необхідність екологічно свідомого підходу до промислового виробництва; збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь, а отже, варто раціональніше використовувати природні ресурси; впроваджувати чіткі стандарти та технології, які зменшують викиди та забруднення в процесі виробництва; а також здійснювати роботи з ревіталізації антропогенно порушених територій, включаючи рекультивацію (відновлення природних ландшафтів) та фітомеліорацію (використання рослин для поліпшення якості ґрунту і навколишнього середовища).

Особливе значення мають аналіз природних процесів самовідновлення рослинного покриву та оцінка сукцесійних процесів, зокрема сингенетичних та ендекогенетичних сукцесій на гірничих відвалах, териконах, кар'єрах, звалищах, насипах, що є ключовим для визначення ефективного напрямку фіторекультивациї в техногенних екотопах.

В основі процесу техногенної трансформації ландшафту має бути використання потенційних можливостей і тенденцій, закладених у самій природі для самовідновлення, що важливо для створення нових, стійкіших і продуктивніших ландшафтів. Необхідно врахувати, що природні процеси часто є більш ефективними та економічно вигідними, ніж штучні методи; природні ландшафти різноманітніші й стійкіші, ніж техногенні. Для реалізації цього принципу необхідно провести комплексне обстеження ґрунтового покриву та ґрунтовірних порід техногенного ландшафту, щоб визначити його потенціал для самовідновлення; впровадити методи ревіталізації антропогенно порушених екосистем, які ба-

зуються на використанні природних процесів. Це передбачає вивчення процесів, що протікають на рекультивованих землях, прогнозування змін, які можуть відбутися в екосистемі, та надання рекомендацій щодо управління процесами відновлення.

Рекультивацію земель, як комплекс інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, біологічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на повернення порушених промисловістю територій у різні види природокористування: сільсько- і лісогосподарське, рекреаційне тощо, вивчали Я. В. Генік, В. П. Кучерявий, Л. І. Моклячук, І. М. Городиська, А. М. Ліщук, В. В. Попович, М. С. Мальований, Г. М. Мануїлова, М. Л. Копій, М. Trojanowska, J. Wang та інші [4; 10; 15; 20; 22; 26; 27; 33; 35].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Численні публікації про зростання антропогенного навантаження на природні системи, виснаження багатьох видів природних ресурсів, зниження якості середовища життєдіяльності людей свідчать про те, що проблема оцінювання ступеня антропогенної перетвореності та трансформації ландшафтів має значний науковий та практичний інтерес.

Створення естетично цінного та привабливого ландшафту на відновлених землях можливе за умови наявності достатніх матеріально-технічних ресурсів та якісного підбору видового складу рослинності.

Науковці В. В. Кучерявий та В. В. Попович зазначають, що розвиток фітоценологічного вкриття на сміттєзвалищах сприяє зародженню неорельєфу й утворенню гумусового шару, що позитивно впливає на розвиток деревно-чагарникової рослинності як основного засобу покращання екологічного стану та естетики довкілля. Природна фітомеліорація передбачає вивчення стадійної динаміки рослинних угруповань, які спонтанно з'явилися на сміттєзвалищі. Біологічний етап триває чотири роки та передбачає: добір асортименту багаторічних трав, підготовку ґрунту, сівбу і догляд за посівами. Причому конструкція захисного екрана поверхні полігона має враховувати товщину рекультиваційного шару ґрунту ≥ 1 м [7; 10; 16].

У наш час проблеми фітомеліорації сміттєзвалищ, териконів, відвалів, техногенних водойм, кар'єрів, хвостосховищ вивчають науковці під керівництвом професора В. П. Кучерявого. Фітомеліоранти виконують перетворювальні функції: меліоративну, (лісові культури, садіння і висів рослин на рекультиво-

ваних землях), санувальну (лісові масиви, санітарнозахисні смуги), рекреаційну (парки й лісопарки), інженерно-захисну (полезахисні та протиерозійні смуги), архітектурно-планувальну (міська система озеленення), етико-естетичну (духовне виховання людини) [4; 7–9; 10; 17; 23]. Учені У. Б. Башуцька та Астрід Шиллінг доходять висновку, що успішна та стійка лісова рекультивація забезпечує відновлення екологічних, гідрологічних, естетичних, рекреаційних та інших функцій девастрованого ландшафту. Високий рівень неоднорідності субстрату дає змогу створювати багаті за видовим складом і структурою змішані деревостани – наскільки можливо локально. Це важливо з огляду на невизначені кліматичні прогнози для обмеженого у воді девастрованого ландшафту [2; 22].

Отже, втручання людини у природний процес відтворення девастрованих ландшафтів дозволяє пришвидшити і змінити хід формування природної рослинності.

У дослідженнях І. М. Войної встановлено, що у процесі видобутку корисних копалин утворюються ландшафти, які відрізняються високими диференціацією та біорізноманіттям [3]. А складна морфологія новоутворених ландшафтів зумовлює різноманітність місцевостей і урочищ, ярусність і ступінчастість їх територіальної структури, особливості рослинного і тваринного світу.

Провідними механізмами трансформації техногенних ландшафтів у природні є біологічні процеси, які призводять до розвитку біогеоценозу, як слушно вказує Г. М. Мануїлова у своїй праці [11]. Формування ценозу будь-якого рівня визначається ефективністю біологічного етапу рекультивації, яка створює необхідні ґрунтово-біологічні процеси для відновлення родючості порушених територій [13].

Науковці М. С. Мальований, В. Т. Слюсар, А. С. Середа, О. В. Стокалюк зазначають, що рекультивація є комплексною системою заходів перетворення техногенних ландшафтів з метою досягнення екологічної рівноваги в новій природно-антропогенній системі та створення умов для цільового використання відновлених територій у різних галузях господарювання [1; 12; 30; 32].

У сучасних умовах господарювання найбільш прийнятним заходом боротьби з екологічною небезпекою девастрованих територій є фітомеліорація, – дослідження, прогнозування, моделювання, проєктування та створення рослинних систем з метою покращання біотичних, геохімічних, геофізичних, просторових і естетичних характеристик середовища життєдіяльності людини [4], за визначенням Я. В. Геніка.

Створення оптимально організованих й екологічно збалансованих ландшафтів при освоєнні порушених земель досягають вдалим поєднанням штучного екотопу й біоти [2; 7; 14; 15; 35]. Початковим етапом рекультивації слугує технічний етап, за якого коригують ландшафт і наносять родючий шар ґрунту. Основними індикаторами, що визначають продуктивність рекультивованих земель і ступінь їх придатності для існування біоти, є величина актуальної кислотності (рН) та їх засоленість [16; 17; 19; 20]. Завершальним етапом відновлення порушених земель є біологічний етап рекультивації [15; 26]. Серед біоти важливу роль у створенні механізмів стійкості техногенних екосистем відіграє ґрунтова мезофауна, зокрема представники її сапротрофного комплексу – дощові черв'яки, енхітреїди, двопарноногі багатоніжки, стоноги та ін. Ці тварини в результаті своєї трофометаболічної діяльності роблять значний екологічний внесок у перетворення ґрунтових властивостей ґрунтів [14].

Дослідники С. М. Орел та М. С. Мальований зазначають, що забруднення та завдання шкоди довкіллю і необхідність ухвалення відповідних рішень для його зменшення вимагають оцінити стан довкілля, щоб ухвалювати оптимальні рішення, які б забезпечували його захист з мінімальними затратами [23; 31].

Ґрунти, які ввібрали небезпечні хімічні речовини, сполуки, важкі метали змінили кислотність і температурний режим, мають підвищений радіаційний фон, В. П. Кучерявий називає техногенними едафотопами. Вони виникають у середовищі існування териконів, сміттєзвалищ, полігонів твердих побутових відходів, шламонакопичувачів, хвостосховищ, відвалів вуглезбагачення, кар'єрів, у зонах радіаційного чи хімічного забруднення, військових полігонів [10].

Більшість фахівців вважають, що ці джерела створюють відповідні поля (ореоли) забруднення земель. Так, розташування та конфігурація вказують на ступінь небезпечності цих джерел. Зокрема В. Михайленко, Н. Научу, Д. Гулевець, Р. Гаврилюк, М. Близнюк [22] зауважують, що первинне поле забруднення формується на поверхні ґрунту внаслідок прямого надходження забруднювальних речовин від джерела забруднення, а вторинне поле формується внаслідок процесів територіального та міжкомпонентного перерозподілу забруднювальних речовин (механічної, фізико-хімічної, біогенної міграції) та їхньої акумуляції в природних компонентах, насамперед у біоті та в ґрунтах. Отже, можливі обсяги чи інтенсивність надходження екотоксикантів від джерел

підлягають науково обґрунтованому нормуванню. Науковці зауважують, що виняткове значення для відновлення деєастованих ландшафтів мають повернення землі у господарське використання, попередження негативних наслідків природно-територіальних комплексів, створення на місці порушених земель більш продуктивних і раціонально організованих елементів культурних ландшафтів, покращання умов навколишнього середовища.

Постановка завдання. Наше завдання – виявити особливості формування рослинних угруповань на ділянках з різним ступенем ревіталізації та встановити особливості впливу рослинних асоціацій на відтворення ґрунтового покриву.

На сучасному етапі, який можна характеризувати як антропоцен, антропогенний фактор є одним із найпотужніших джерел розвитку ландшафтів. Глибина зміни ландшафту людиною залежить переважно від форми виробничої діяльності. Щоб вирішити екологічні проблеми, зокрема оптимізувати ландшафтні антропогенізовані екосистеми, важливо враховувати, наскільки природні системи змінені в результаті людської діяльності. Цей вплив можна оцінити за рівнем антропогенної перетвореності природних систем. Що вищий цей рівень, то більше екологічних проблем виникає, а отже, важче буде відновити природні системи й повернути їм їхню екологічність.

Традиційні методи дослідження ландшафтів, що перебувають під впливом техногенних об'єктів, охоплюють: польові дослідження, які дозволяють безпосередньо вивчити стан ландшафту; методи комп'ютерної обробки інформації, які допомагають обробити великі

обсяги даних та отримати узагальнені результати; створення баз даних і багатоцільових ГІС, які дозволяють зберігати та аналізувати дані про ландшафт. Моделювання дозволяє відтворити процеси, що відбуваються в техногенно-порушених ландшафтах, і прогнозувати їхні можливі наслідки.

Враховуючи важливість значення рослинності у швидкому відтворенні порушених земель, увага була зосереджена на аналізі впливу трав'яної, чагарникової та деревної рослинності на відтворення досліджуваних ділянок при різних стадіях заростання.

Тому екологічно важливо оцінити екостани ландшафтів зон впливу техногенних об'єктів за різних сценаріїв техногенного навантаження, що забезпечать можливість пропонувати шляхи зменшення негативного впливу на ландшафти.

Виклад основного матеріалу. Аналіз екологічних аспектів – важливий етап у розумінні впливу деєастації ландшафтів на навколишнє середовище та для розроблення стратегій відновлення й охорони природи.

Методологія відновлення антропогенно порушених територій та технологічний процес вживання ревіталізаційних заходів мають ґрунтуватися на висновках комплексного обстеження території порушень, залежно від фізико-хімічних властивостей ґрунту та ґрунотвірних порід і ступеня зміни умов місць зростань (рис. 1). В. П. Кучерявий [9; 10] виділяє три основні ступені антропогенної трансформації едатоців (умов місцезростання): слабо-, середньо- і сильнозмінені. Сильнозмінені умови місцезростання (порушені землі) – це едатоци, які повністю втратили свою родючість. Вони передусім є об'єктами рекультивації.



Рис. 1. Заходи з відновлення порушених ландшафтів залежно від ступеня зміни умов місцезростання [9; 10]

Відновлення антропогенно порушених територій із сильно та дуже сильно зміненими умовами місць зростань можливе тільки при здійсненні комплексу рекультиваційних заходів, які проводяться в три етапи: проєктний, техні-

чний та біологічний.

Деєастація природних ландшафтів може призвести до знищення та втрати біорізноманіття в регіоні.

Львівська область – яскравий приклад, що проблема депонування твердих побутових відходів є однією з найважливіших у регіоні. У 2017 році чисельність населення області становила 2,5 мільйона осіб, а щорічне утворення ТПВ перевищувало 650 тисяч тонн, які зазвичай накопичувалися на звалищах (загальною площею 38,8 га) [1]. Пожежа на Львівському сміттєзвалищі ЛКП «Зелене місто» показала складнощі цієї проблеми та привернула увагу громадськості й науковців, що стало суттєвим стимулом для місцевої влади для початку робіт із його закриття та рекультивації.

Сміттєзвалища – це особливий тип техногенного ландшафту, які займають в Україні величезні площі [1; 12; 20; 21; 26; 27], а їхній субстрат складається з органічних відходів (таких як харчові залишки, папір, пластик тощо). Цей субстрат має несприятливий фізико-хімічний склад, який ускладнює протікання сукцесії й формування континууму, тобто поступової зміни рослинного покриву. Науковці В. П. Кучерявий та В. В. Попович розглядають фітогенне поле як групу фітоценозів, а не як поодинокі рослини. Вони вважають, що фітогенне поле є рушійною силою ендекологічної сукцесії. Отже, активне фітогенне поле сприяє відновленню рослинного покриву на девастрованих ландшафтах, таких як терикони та сміттєзвалища [7; 8].

Едафічні дослідження, проведені В. В. Поповичем [19], показали, що у зоні впливу сміттєзвалищ переважають перезволожені липкі та кислі ґрунти, проте із сприятливим температурним режимом та зв'язністю.

На сміттєзвалищах сингенетичні сукцесії зумовлені зміною складу і властивостей ґрунту, а також зміною кліматичних умов, а ендекогенетичні сукцесії – конкуренцією між рослинами за світло, воду та поживні речовини, тобто відбуваються в результаті внутрішніх змін в екосистемі, таких як зміна видового складу рослинності.

Рослинний покрив сміттєзвалища, залежно від стадії його рекультивації, представлений різноманітними видами трав'янистих рослин – лобода міська, кульбаба лікарська, хвощ польовий, кропива дводомна, будяк кучерявий, тимофіївка лучна, полин гіркий, полин звичайний, хміль звичайний, осока волосиста, тонконіг лучний, куничник наземний, морква дика, конюшина лугова, подорожник великий, мишій зелений, пирій повзучий; чагарників – дерен білий, ожина звичайна; обліпіха звичайна, обліпіха крушиноподібна, бирючина звичайна, глід український, верба козяча; та дерев, а саме береза повисла, клен ясенелистий, тополя біла, осика, робінія звичайна, вільшина чорна, груша звичайна, яблуня лісова, ясен звичайний. Рослинний покрив описували методом пробних площ розміром 1 м² за маршрутом (рис. 2).

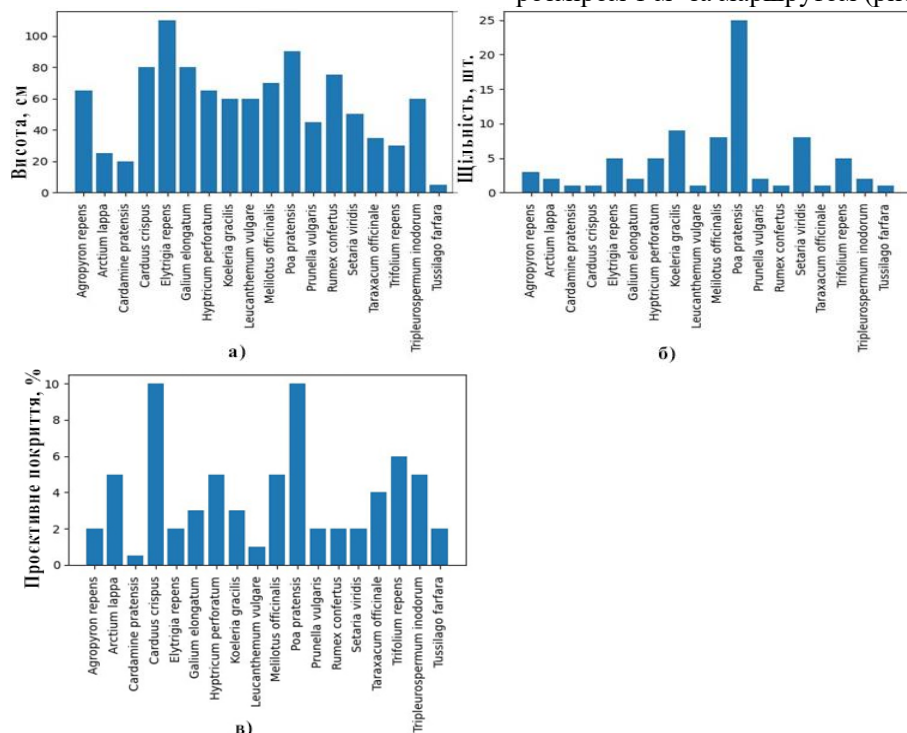


Рис. 2. Характеристика видового складу рослинного покриву Грибовицького сміттєзвалища (а) висота, см; б) щільність, шт./м²; в) проективне покриття, %

Рослинні асоціації, що розвиваються на Грибовицькому сміттєзвалищі, відіграють важливу роль у відтворенні ґрунтового покриву. Вони сприяють фільтрації поверхневих вод, накопиченню органічної речовини, а також створюють умови для розвитку інших видів рослин.

Варто зазначити, що на територіях, прилеглих до полігонів твердих побутових відходів, забруднення ґрунтів та рослинного покриву проходить із засвоєнням ґрунтом і рослинами забруднювальних речовин, які мігрують від сміттєзвалищ у латеральному й горизонтальному напрямках.

Згідно з дослідженнями, малі островки рослинності, які з'являються на сміттєзвалищі, особливо на схилах, не можуть повністю відновити рослинного покриву. Для цього потрібно сформувати фітоценози із активним фітогенним полем. Значення рослинного покриву як індикатора стану екосистеми в тому, що він дуже чутливо реагує на зміну екологічних чинників, і така реакція в багатьох випадках фіксується візуально. Це ускладнює відновлення рослинного покриву на Грибовицькому сміттєзвалищі під Львовом (рис. 3).

Реабілітація екосистем неможлива без участі рослинних угруповань. На девастрованих ландшафтах їх деталізують за екотопікальними характеристиками (розміщення на підніжжі, схилах, терасах, плато) та віковими стадіями. У фітогенних полях рослин, поряд зі світловим, трофічним, температурним, вологісним режимами, значну роль може відігравати алелопатія, яка визначає хімічну взаємодію між рослинами.



Рис. 3. Перетворення девастрованого ландшафту в зоні нагромадження твердих побутових відходів (Грибовицьке сміттєзвалище)

За нашими спостереженнями у структурі рослинних угруповань присутні як токсикоз-толерантні, так і чутливі до токсичного впливу види рослин (рис. 4). Зазвичай комплекс різних токсикантів має нерівномірний розподіл у ґрунті, тому можна лише оцінити синергічну реакцію рослин на цілісний комплекс забруднювальних речовин, присутніх у ґрунті, на різних стадіях функціонування рудерального біоценозу.

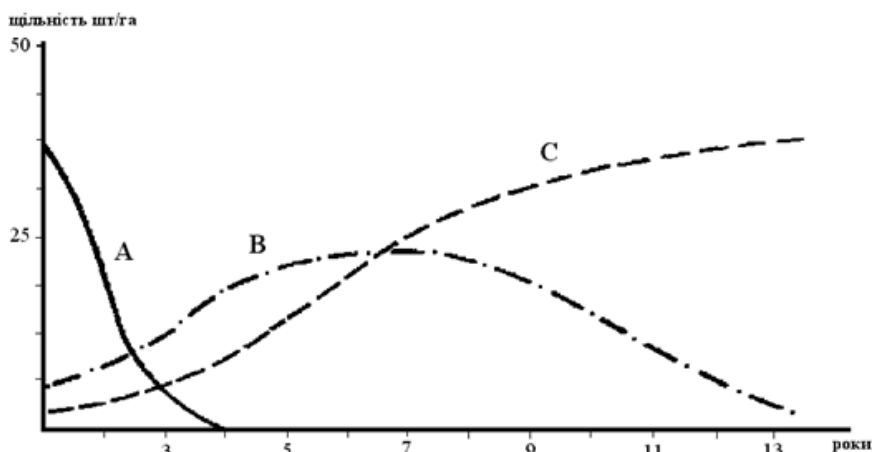


Рис. 4. Типи динаміки популяцій рудеральної рослинності сміттєзвалища
 А – елімінація популяцій верхньої тераси; В – динаміка популяцій середньої тераси;
 С – розвиток популяції нижньої тераси.

Вивчення рослинності в період досліджень [25] показало, що полігон складування ТПВ у с. Грибовичі характерний високим ступенем трансформованості, що яскраво проявляється у формуванні рослинного покриву. Це можна пояснити специфікою техногенезу досліджених екосистем, історичними ландшафтними та передумовами

формування рослинного покриву. Природний трав'янистий рослинний покрив на девастрованих полігонах замінюється рудеральним та чагарниковим, що вказує на складні умови існування для культурних рослин та сукцесійні процеси.

Кількісні та якісні характеристики рослинності у межах досліджуваної території

можуть слугувати індикаційними показниками ступеня забруднення ґрунту екотоксикантами.

На основі отриманих даних щодо процесу техногенної трансформації ландшафту в Україні досліджено, що в основі має бути використання потенційних можливостей і тенденцій, закладених у самій природі. Це дозволить сповна використати екологічний потенціал суходільних екосистем і забезпечити швидке природне відновлення ландшафту, його стійке функціонування в майбутньому (М. А. Голубець, 2003). Наприклад, якщо техногенний ландшафт розташований у районі, де раніше були ліси, то його можна трансформувати в лісовий ландшафт, що дозволить відновити природний баланс і зменшити негативний вплив техногенного порушення на навколишнє середовище.

В Україні є багато трансформованих ландшафтів, які утворилися в результаті видобутку корисних копалин [3; 4; 18; 23; 26; 34]. Для їх трансформації можна використовувати метод біомеханізації, який передбачає використання рослин для стабілізації ґрунтів і запобігання їх ерозії, де на схилах насаджують рослини з потужною кореневою системою.

Для рекультивзації земель, забруднених важкими металами, можна використовувати рослини, які здатні накопичувати ці метали в своїх тканинах.

Для природних ландшафтів як джерела біорізноманіття для рекультивованих земель, що були забруднені токсичними речовинами, можна використовувати рослини, які є природними фільтрами; або мікроорганізми для розкладання токсичних речовин.

Аналіз літературних джерел показав, що важливою умовою раціонального використання техногенно порушених земель є дотримання принципів екобезпеки. Цього досягають рекультивациєю, яка передбачає комплекс заходів щодо відновлення фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтів, а також створення на них сприятливих умов для росту рослин.

Висновки. Моніторинг деєстатованих ландшафтів для виявлення загроз довкіллю, пов'язаних з особливостями техногенного порушення земель, передбачає системне вивчення та аналіз впливу антропогенезу на природне середовище з метою максимально можливої його нейтралізації. Для цього рекомендуємо:

1. Комплексно досліджувати техногенно порушені землі для виявлення загроз довкіллю, ступеня деградації, а також визначення способів їхнього подальшого використання. Систематичні спостереження за змінами в ландшафтах необхідні для раннього виявлення будь-яких

негативних змін у природному середовищі.

2. Детально аналізувати екологічні функції та загалом екосистеми для розуміння природних взаємозв'язків і визначення впливу техногенезу на біорізноманіття;

3. Розробляти проекти відновлення деградованих ландшафтів, в яких визначаються загальні принципи та напрям рекультивациі, а також вибираються найбільш ефективні методи та технології, конкретні заходи щодо відновлення екологічного стану техногенно порушених земель. При цьому враховуються такі фактори, як ґрунтово-кліматичні умови території, екологічний стан порушених земель, їх генезису та економічна доцільність.

4. Проводити роботи з очищення (від сміття, відходів та інших забруднень), окультурення та відновлення техногенно порушених земель (шляхом заліснення, залуження, використання для будівництва, для створення рекреаційних зон та інших цілей) відповідно до розроблених проєктів.

5. Контролювати виконання проєктних робіт та моніторинг стану рекультивованих земель.

6. На завершальному етапі оцінювати ефективність проведених заходів щодо рекультивациі техногенно порушених земель за такими показниками, як відновлення ґрунтового і рослинного покриву, фауни, а також покращання стану довкілля.

7. Створити систему стимулів для проведення рекультивациі земель, що дозволить зацікавити забруднювачів у відновленні порушених земель.

8. Створювати природоохоронні зони для охорони природи та біорізноманіття, що дозволить зберегти та захистити унікальні екосистеми.

9. Популяризувати екологічні знання та усвідомлення важливості охорони природи та впливу людської діяльності на глобальну екосистему.

Рекомендовані заходи сприятимуть зменшенню негативного впливу техногенезу на навколишнє середовище та сприятимуть відновленню й збереженню ландшафтів.

Бібліографічний список

1. Аналіз екологічної небезпеки існуючих сміттєзвалищ та стратегія її мінімізації (на прикладі Грибовицького сміттєзвалища) / М. Мальований, В. Слюсар, А. Серета, О. Стокалюк. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2017. № 1 (15). С. 5–11.

2. Башуцька У. Б. Антропогенно-природні сукцесії рослинності деєстатованих ландшафтів Червоноградського гірничопроми

- слового регіону: дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.01. Львів, 2004. 214 с.
3. Война І. М. Особливості ландшафтного різноманіття гірничопромислових ландшафтів у зв'язку з їх висотною диференціацією. Вісник Вінницького педуніверситету: зб. наук. праць. Сер. Географія. 2013. Вінниця: Вид-во ВПУ, 2013. Вип. 25. С. 40–47.
 4. Генік Я. В. Екологічні основи лісової фітомеліорації та рекультивації порушених земель. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. 2007. № 33. С. 33–37.
 5. Голубець М. А., Марискевич О. Г., Крок Б. О., Козловський М. П. Екологічний потенціал наземних екосистем / за ред. М. А. Голубця. Львів: Поллі, 2003. 180 с.
 6. Державна екологічна інспекція у Львівській області. Результати кризового моніторингу території Львівського полігону ТПВ. URL: deplv.gov.ua (дата звернення: 08.05.2023).
 7. Кучерявий В. П., Попович В. В. Вплив фітогенного поля на оптимізацію континуально-дискретної структури рослинного покриву девастрованих ландшафтів. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи: тези доп. II Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Львів, 4–6.11.2015 р. Львів: Вид-во ЛДУ БЖД, 2015. С. 73–74.
 8. Кучерявий В. П., Попович В. В. Полігони твердих побутових відходів Західного Лісостепу України та проблеми їх фітомеліорації. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.2. С. 56–66. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvntlu_2012_22.2_12 (дата звернення: 08.05.2023).
 9. Кучерявий В. П. Фітомеліорація: підручник. Львів: Світ, 2003. 540 с.
 10. Кучерявий В. П. Рекультивація та фітомеліорація / Генік Я. В., Дида А. П., Колодко М. М. Львів: Світ, 2006. 116 с.
 11. Мануїлова Г. М. Фітомеліорація девастрованих ландшафтів в умовах Львівщини: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Львів, 2005. 18 с.
 12. Мальований М. С., Серета А. С., Слюсар В. Т. Алгоритм мінімізації екологічної небезпеки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища у Львівській області. *Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції: зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф.* Харків, 2017. С. 20–25.
 13. Мальований М., Серета А., Жук В. Розроблення системи заходів для ліквідації екологічної небезпеки в зоні впливу Грибовицького сміттєзвалища. SDEV'2018: *Матер. Міжнар. наук. симпоз. 28 лютого – 3 березня 2018 р.*, Славське: НУ ЛП, 2018. С. 171–173.
 14. Мікробіоценози озер інфільтратів львівського полігону твердих побутових відходів / Масловська О. та ін. SDEV'2018: *матеріали Міжнар. наук. симпоз. 28 лютого – 3 березня 2018 р.* Славське: НУ ЛП, 2018. С. 218–220.
 15. Моклячук Л. І., Городиська І. М., Ліщук А. М. Природоохоронні технології відновлення деградованих ґрунтів у органічному землеробстві. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 134–141.
 16. Піндер В. Ф., Попович В. В. Моніторинг девастрованих ландшафтів Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Матеріали XIII Міжнар. науково-техн. конференції «Авіа-2017»* (м. Київ, 19–21 квітня 2017 р.). Київ, 2017. С. 29–33.
 17. Попович В. В. Девастровані ландшафти в зоні нагромадження твердих побутових відходів і їх фітомеліорація. Ландшафтна архітектура і сучасність: *наук. вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. 2013. Вип. 23.9. С. 376–380.
 18. Попович В. В. Природні фітомеліоративні процеси на Львівському міському полігоні твердих побутових відходів. *Лісівництво і агролісомеліорація: зб. наук. праць*. 2012. № 120. Харків: Вид-во УкрНДЦЛГА. 2012. С. 80–87.
 19. Попович В. В. Фізико-механічні властивості едафотопів довкола техногенних водойм сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів у межах Західного Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. 2012. Вип. 22.14. Львів: РВВ НЛТУ України, 2012. С. 106–110.
 20. Попович В. В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну: монографія. Львів, 2014. 174 с.
 21. Попович В. В. Фітомеліорація як засіб виведення сміттєзвалищ із експлуатації. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2015. № 11. С. 126–130. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh_2015_11_20 (дата звернення: 08.05.2023).
 22. Проблемні аспекти оцінки впливу на довкілля рекультивації Грибовицького сміттєзвалища / В. Михайленко, Н. Научу, Д. Гулевець, Р. Гаврилук, М. Близнюк. *Екологія. Людина. Суспільство: матеріали XXII Міжнар. науково-практичної конференції* (м. Київ, Україна, 2021 р.). Київ, 2021. С. 308–310. URL: <https://doi.org/10.20535/EHS.2021.233528> (дата звернення: 08.05.2023).
 23. Технологічні аспекти очищення накопичених у ставках-накопичувачах фільтратів Грибовицького сміттєзвалища / Мальо-

ваний М. С. та ін. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії: зб. матеріалів V Міжнар. наук.-практ. конф., 26–28 квітня 2017 р.* Запоріжжя: ЗНУ, 2017. С. 209–210.

24. У. Башуцька, А. Шиллінг. Планування та здійснення лісової рекультивациі порушених земель лужицького буровугільного басейну (Східна Німеччина). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Vol. 32, No 3.. URL: <https://doi.org/10.36930/40320304> (дата звернення: 10.05.2023)

25. Снітинський В., Зеліско О., Лисак Г. Екологічний стан рослинних угруповань території, прилеглої до Львівського полігону твердих побутових відходів. *Вісник ЛНАУ*. 2003. С. 10–19.

26. Фітомеліоративна роль рослинного покриву у відтворенні деастрованих земель в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу: монографія / М. Л. Копій, В. М. Гончар, С. Л. Копій та ін. Рівне: НУВГП, 2019. 230 с.

27. Цицюра Я. Г., Шкатула Ю. М., Забарна Т. А., Пелех Л. В. Інноваційні підходи до фітореMediaції та фіторекультивациі у сучасних системах землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ «Друк». 2022. 1200 с.

28. Assisted phytoremediation for restoring soil fertility in contaminated and degraded land / Nunzio Fiorentino, Mauro Mori, Vincenzo Cenvinzo, Luigi Giuseppe Duri, Laura Gioia, Donato Visconti, Massimo Fagnano. *Italian Journal of Agronomy*. 2018. Vol. 13(s1).

29. Effects of pollution and climate change on the ecosystem components / edited by Y. V. Lykholat. Praha: Oktan Print, 2021. 160 p.

30. Malovanyu M., Sereda A., Sliusar V.

Ways to Minimize Environmental Hazards From Pollution of the Environment in the Zone of Influence of the Hrybovychi Landfill. *Environmental problems*. 2017. Vol. 2, No 2. P. 65–70.

31. Scientific and technological aspects of a two-stage leachate pretreatment at Lviv municipal solid waste landfill / Malovanyu M. and oth. *Water supply and wastewater disposal: monograph*. Lublin: TOP Agencja Reklamowa Agnieszka Łuczak, 2018. P. 110–123.

32. Technological aspects of the pretreatment of leachate, stored at the retention ponds of the Grybovychi landfill, Lviv region, Ukraine / Malovanyu M. and oth. *Water security: monograph*. Mykolaiv: PMBSNU; Bristol: UWE, 2017. P. 88–97.

33. Trojanowska Monika Reclamation of polluted land in urban renewal projects. Literature review of suitable plants for phytoremediation. *Environmental Challenges*. Vol. 13. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100749> (Accessed May 08, 2023).

34. Voitsitskyi V. M., Khizhnyak S. V., Konopolskyi O. P. Forecasting processes of migration and accumulation of pollutants by agroecosystems. *Taurian Scientific Bulletin*. 2020. No 115. P. 270–277. DOI: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/115_2020/42.pdf.

35. Wang Junye, Delavar Mojtaba Aghajani Techno-economic analysis of phytoremediation: A strategic rethinking Science of The Total Environment. 2023. Vol. 902. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165949> (Accessed May 08, 2023).

Стаття надійшла 27.06.2023