

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ГАВРЮШЕНКО ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 631.618:631.48

АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДИНАМІКИ ЕДАФІЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ЇХ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ОСВОЄННІ В НІКОПОЛЬСЬКОМУ
МАРГАНЦЕВОРУДНОМУ БАСЕЙНІ

03.00.16 – екологія

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Науковий керівник:
доктор сільськогосподарських наук,
професор Забалуєв Віктор Олексійович

Дніпро – 2017

ЗМІСТ

Зміст	2
Перелік умовних скорочень	4
Вступ (загальна характеристика роботи)	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	12
1.1. Світовий досвід вирішення проблеми рекультивації техногенно порушених ландшафтів	15
1.2. Узагальнення досвіду відновлення ґрунтового покриву і рослинності в пострекультиваційний період за сільськогосподарського використання	20
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1. Клімат	27
2.2. Ґрунти	27
2.3. Рельєф	29
2.4. Геологія	29
2.5. Рослинний покрив	31
2.6. Методика проведення досліджень та історія створення науково-дослідного стаціонару	32
РОЗДІЛ 3. ЗМІНА ЕДАФІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНОЗЕМІВ ЗА ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ	42
3.1. Оцінка і обґрунтування функціонування фітомеліоративних багаторічних агроценозів залежно від едафічних конструкцій техноземів	42
3.2. Агрофізичні властивості базових моделей техноземів	54
3.2.1. Гранулометричний і хіміко-мінералогічний склад	54
3.2.2. Показники щільності складення і твердої фази, загальної пористості та шпаруватості аерації	58
3.3. Фізико-хімічні характеристики техноземів	65

3.3.1. Вміст органічної речовини, макро- і мікроелементів, ємність катіонного обміну, показники рН	65
3.4. Агрофізичні властивості модульних конструкцій техноземів	71
3.4.1. Динаміка щільності складення та загальної пористості одно- та багат шарових едафічних модульних конструкцій	71
3.4.2. Формування та зміна структурно-агрегатного стану	76
3.5. Водно-фізичні властивості модульних конструкцій техноземів	79
3.6. Зміна основних поживних речовин модульних конструкцій з «нуль-моменту» їх формування	82
3.7. Особливості розкладання целюлози в різноякісних моделях техноземів за тривалого сільськогосподарського використання	85
Висновки до розділу 3	89
РОЗДІЛ 4. УПРАВЛІННЯ ЕДАФІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТЕХНОЗЕМІВ	91
4.1. Час, як фактор розвитку та управління едафічними властивостями в умовах техногенного середовища	91
4.2. Управління едафічними характеристиками субстратів з гірських порід та насипного родючого шару чорнозему південного	93
Висновки до розділу 4	102
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РІЗНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЗЕМІВ	103
Висновки до розділу 5	109
ВИСНОВКИ	110
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	112
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	113
ДОДАТКИ	138

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НРШГ – насипний родючий шар ґрунту;

ПРП – потенційно родючі породи;

ЛС – лесоподібний суглинок;

ЧБГіС – суміш червоно-бурої глини і суглинку;

ЧБГ – червоно-бура глина;

СЗГ – сіро-зелена глина;

Дп – давньоалювіальний пісок;

ОГЗК – Орджонікідзевський гірничо-збагачувальний комбінат;

Н – гумусово-аккумулятивний генетичний горизонт чорнозему південного;

НР – перший перехідний горизонт чорнозему південного;

Нмрб – Нікопольський марганцеворудний басейн;

мг/на 100 г ґрунту – вміст поживних елементів;

pH сол. – обмінна кислотність;

pH вод. – активна кислотність;

% – відсоток вмісту гумусу;

мм – розмір гранулометричних елементів;

см – розмір структурних окремоостей та водостійких агрегатів;

НР₀₅ – найменша істотна різниця.

ВСТУП (ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ)

Рекультивация як процес відновлення продуктивності і придатності для повторного господарського використання порушених земель в техногенних ландшафтах виступає порівняно новою сферою виробничої діяльності і особливою областю наукових знань. Їх розвиток активно відбувається на стику геологічних, гірничотехнічних, ґрунтово-екологічних, біологічних, агротехнічних, соціально-економічних та інших наук комплексу землезнавства. З'явившись на початку 60 – х років минулого століття на піку індустріалізації та цивілізаційного розвитку економіки (характерного інтенсивним включенням в економічний оборот сировинних ресурсів корисних копалин), рекультивация порушених земель переросла локальний прояв, набула масштабності і отримала ландшафтний вираз [15, 25, 61, 75, 120].

Як специфічна сфера економіки (що включає технологічні процеси гірничо-технічного і біологічного етапів), рекультивация земель стала провідною формою усвідомленого антропогенного перетворення природного середовища [2-5, 8, 17, 20-22, 30-34, 41, 57, 115, 151-153, 175]. Інтегруючи розрізнені в окремих науках землезнавства знання, рекультивация земель надала істотного поштовху їх системності в практичному використанні щодо раціонального функціонального використання земельних ресурсів в суспільнім розширенім відтворенні та оптимальнім природокористуванні.

На сучасному етапі розвитку людства відновлення територій, порушених відкритим видобутком корисних копалин, властиво практично усім промислово розвинутим державам. За визначенням академіка М.Т. Масюка, рекультивация порушених земель стала значною екологічною та мультидисциплінарною проблемою, вирішення якої потребує науково-практичної інтеграції, значних технічних і фінансових ресурсів [115, 118].

Сукупність фізичних і хімічних процесів, обумовлених діяльністю людини, приводить до перерозподілу значної маси земної кори, яка отримала назву – техногенезу [34, 50-54, 68, 84, 122, 127, 158, 164].

При відкритому способі видобутку корисних копалин вилучаються з надр, розпилюються, накопичуються, перемішуються та переміщуються значні маси гірських порід, які і змінюють екологічну ситуацію території: оновлюється кора вивітрювання, формується техногенний ландшафт із специфічними гідрологічним і гідрогеологічним режимами [1, 7, 15, 18, 120].

З часом на більшості порушених ділянок утворюються відвали, які починають поступово самозаростати, і це дозволило обґрунтовано підійти до підбору асортименту рослин, придатних для вирощування на тих чи інших гірських породах; виявити екологічні чинники, що обмежують вегетацію рослин; визначити індикаційні можливості багаторічної рослинності; установити ступінь придатності різноякісних порід стосовно окремих видів рослин і їх еколого-біологічних груп; створити передумови для наступного експериментального моделювання культурфітоценозів із заданими едафічними параметрами створюваних конструкцій техноземів [25, 86, 119, 121, 152-153, 157, 161, 164, 173].

Актуальність теми. В умовах сучасного дефіциту земельних ресурсів проблема рекультивації техногенно зруйнованих ґрунтів у гірничо-видобувних регіонах Степової зони України є актуальним завданням, про що свідчать чисельні наукові публікації (Бекаревич М.О. та ін., 1971; Масюк М.Т., 1969; 1981; Узбек І.Х., 1969, 2001; Чабан І.П., 1974; Горобець М.Д., 1975; Кабаненко В.П., 1981; Забалуєв В.О., 1992, 2005; Мицик О.О., 1998; Таріка О.Г., 2006; Кулініч В.В., 2007; Бабенко М.Г., 2011; Зленко І.Б., 2012 та ін.). Технологія рекультивації порушених земель для подальшого сільськогосподарського використання передбачає формування штучних ґрунтових конструкцій (техноземів) з нанесенням на сплановані відвали родючого шару гумусованої ґрунтової маси різної потужності. Запропоновані також спеціальні моделі техноземів, сформованих лише потенційно-родючими розкритими породами. Такі об'єкти є якісно новими природно-техногенними утвореннями, в яких відбувається сучасне ґрунтоутворення з «нуль-моменту». За понад 50-літній період у них відбулися якісні і кількісні

зміни едафічних характеристик, дослідження яких дозволить прогнозувати їх розвиток і еволюцію, а також розробити заходи з прискорення ґрунтогенезу і управління родючістю із врахуванням цільового призначення та особливостей конкретних умов.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати експериментів, які викладені в дисертації, є складовою частиною досліджень кафедри загального землеробства та ґрунтознавства Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (НТП за темою "Еволюція техногенних і культурних ландшафтів степового Придніпров'я в контексті сталого розвитку та екологічної безпеки" (№ д.р. 0111U004989, 2011–2015 рр.); господарчий договір між ДДАУ та Орджонікідзевським гірничо-збагачувальним комбінатом № 1-ОГК/485 (2011-2012 рр.) за темою «Наукове обґрунтування ґрунтово-екологічних режимів відновлених земель та розробка рекомендацій по рекультивації техногенних ландшафтів ПАТ «ОГЗК»»).

Мета і завдання дослідження. Метою наших досліджень є вивчення та комплексне обґрунтування керованої динаміки едафічних характеристик рекультивованих земель за тривалого сільськогосподарського використання.

Для вирішення поставленої мети були сформульовані такі задачі:

- дати оцінку та обґрунтувати динаміку продуктивності тривалих фітомеліоративних агроценозів залежно від едафічних параметрів різних конструкцій рекультивованих земель;
- встановити спрямованість і характер змін едафічних властивостей залежно від конструктивних характеристик різноякісних моделей техноземів на перших етапах біологічного освоєння за різних сценаріїв фітомеліоративного впливу;
- дослідити рівень родючості розкривних гірських порід і гумусованої ґрунтової маси чорнозему південного залежно від едафічних властивостей техноземів;

- визначити едафічні ресурси гірських порід і родючого шару зонального ґрунту і їх зміни в процесі сільськогосподарського використання техноземів;
- дослідити чинник ґрунтоутворення «вік» з «нуль-моменту» формування техноземів;
- вивчити можливість і способи управління деякими едафічними характеристиками техноземів за їх сільськогосподарського використання;
- розробити пропозиції щодо раціонального використання різноякісних моделей рекультивованих земель для Південного Степу України на прикладі Нікопольського марганцевого родовища.

Об'єкт дослідження – зміна едафічних чинників різних конструкцій техноземів за тривалого біологічного освоєння та сільськогосподарського використання.

Предмет дослідження – агрофізичні, фізико-хімічні, агрохімічні та біологічні властивості різноякісних за літо- і педогенними характеристиками техноземів.

Методи дослідження. Для досягнення визначеної мети використовували стандартні для екологічного ґрунтознавства методи досліджень: лабораторно-аналітичний – для визначення агрофізичних, фізико-хімічних та біологічних властивостей моделей техноземів; польовий, який доповнювався візуальним та вимірювально-ваговим для визначення продуктивності багаторічних агрофітоценозів; математично-статистичний – для встановлення достовірності отриманих даних; аналітичний – огляд літератури, узагальнення та обґрунтування отриманих результатів. Польові і лабораторні дослідження проведені за загальноприйнятими стандартизованими методиками.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні теоретичні і практичні положення дисертаційної роботи, що визначають новизну отриманих наукових результатів, полягають у тому що:

Вперше в умовах Південного Степу України на рекультивованих землях встановлено закономірності і визначено параметри змін едафічних характеристик різноякісних за літо- і педогенним складом моделей техноземів залежно від часу як фактора ґрунтогенезу («віку країни» за В.В. Докучаєвим) з «нуль-моменту» їх формування; одержало подальшого розвитку вчення про родючість ґрунту і гірських порід (процес розуцілювання профілю техноземів, накопичення основних біофільних речовин, розсолення тощо).

Удосконалено процес проведення гірничо-технічного і біологічного етапів рекультивації земель сільськогосподарського призначення.

Набуло подальшого розвитку вчення про час як фактор ґрунтогенезу; про сільськогосподарське використання рекультивованих земель.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати використовуються при розробці агро- і технологічних проектів рекультивації порушених земель з метою прискорення відновлення екологічних функцій ґрунтового покриву техногенних ландшафтів, а також для прогнозування змін показників родючості різноякісних за літолого-педогенним складом моделей техноземів. Результати досліджень впроваджені на рекультивованих землях Нікопольського району Дніпропетровської області – в ПП «Катеринівське» та Орджонікідзевському гірничо-збагачувальному комбінаті; використовуються у навчальному процесі при вивченні дисциплін «Ґрунтознавство з основами геології», «Агроекологія», «Охорона та відтворення родючості ґрунтів».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом самостійних досліджень дисертанта, що проводилися протягом 2007-2014 рр. Особисто автором узагальнено інформацію щодо світового досвіду рекультивації порушених земель, виконані польові, вегетаційні та лабораторні дослідження, систематизована, проаналізована і узагальнена отримана наукова інформація, сформульовано висновки і рекомендації виробництву. Наукові праці за результатами досліджень опубліковано автором одноосібно та у співавторстві. Одержані результати належать автору та є його науковим доробком і зазначені у списку опублікованих праць.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень доповідались на регіональних та міжнародних науково-практичних конференціях «Екологічні проблеми гірничо-металургійного комплексу України за умов формування принципів збалансованого розвитку» (Дніпропетровськ, 2008 р.); «Відновлення порушених природних екосистем» (Донецьк, 2011 р.); «Рекультивация складних техноекосистем в новому тисячолітті: ноосферний аспект» (Дніпропетровськ, 2012 р.); «Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование» (Новосибирск-Новокузнецк, 2013); «Сучасні проблеми збалансованого природокористування» (Кам'янець-Подільський, 2013); «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» (Дніпропетровськ, 2015); на щорічних наукових конференціях Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (2009-2015 рр.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 14 наукових праць, зокрема 6 у фахових виданнях. Із них – п'ять статей у фахових виданнях України і одна стаття – в іноземному виданні (Санкт-Петербурзький державний аграрний університет) та 8 публікацій у збірниках матеріалів конференцій. Публікації повністю відображають зміст дисертації.

Структура і обсяг дисертації. Робота складається зі вступу, огляду літератури, опису природно-кліматичних умов та методів досліджень, трьох розділів з описанням результатів власних досліджень, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Дисертаційна робота викладена на 174 сторінках тексту комп'ютерного набору. В роботі 27 таблиць, 20 рисунків. Бібліографія налічує 214 джерел, з них 28 – латиницею. Додатки викладені на 36 сторінках.

Автор висловлює щирі слова вдячності своєму науковому керівнику, доктору сільськогосподарських наук, професору Забалуєву Віктору Олексійовичу за безцінну допомогу, розуміння, терпіння та підтримку у

проведенні експериментальних досліджень, методичних і наукових консультаціях при написанні дисертаційної роботи.

Приємним обов'язком вважаю висловити подяку ректору Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету професору, доктору наук з державного управління А.С. Кобцю, професору, доктору біологічних наук Ю.І. Грицану, професору, доктору біологічних наук І.Х. Узбеку, професору, доктору сільськогосподарських наук завідувачу кафедру загального землеробства та ґрунтознавства Ю.І. Ткалічу, професору, доктору сільськогосподарських наук завідувачу кафедру рослинництва О.П. Якуніну, професору, доктору сільськогосподарських наук завідувачу кафедру селекції і насінництва В.В. Ващенку, професору, доктору сільськогосподарських наук М.М. Харитонову, доценту, кандидату сільськогосподарських наук, декану агрономічного факультету О.О. Мицику, професору, кандидату сільськогосподарських наук, науковому керівнику проблемної лабораторії з рекультивації земель П.В. Волоху, доценту, кандидату сільськогосподарських наук І.Б. Зленко, ст. викладачу Н.А. Торховій, ст. викладачу К.В. Добровольській, доценту, кандидату сільськогосподарських наук В.Т. Пашовій, всьому агрономічному факультету, студентам і лаборантам, які протягом тривалого часу допомагали мені у виконанні експериментальних досліджень і проведенні лабораторних аналізів.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Надмірний антропогенно-техногенний вплив на навколишнє природне середовище спричиняє зміну окремих властивостей та параметрів компонентів екосистем, що може привести до порушення їх структурно-функціональної організації. Тому основні принципи стратегії сталого розвитку повинні зводитися до зниження техногенного пресу на навколишнє середовище, збалансування масштабів господарської діяльності з можливостями самовідновлення природного середовища. Лише на такій основі можливо забезпечити адекватність інтересів економіки та екології при домінуванні еколого-соціальних чинників [54, 57, 78, 154].

Для України перехід до сталого розвитку є одним з пріоритетних завдань, адже природно-ресурсний потенціал не нормовано експлуатується, а територія індустріально розвинених регіонів зазнає надмірного антропогенного навантаження та забруднення.

На державному рівні у Концепції розвитку України визначено, що «сталій розвиток – це процес гармонізації продуктивних сил, забезпечення задоволення необхідних потреб усіх членів суспільства за умови збереження поетапного відтворення цілісності природного середовища, створення можливостей для рівноваги між його потенціалом і вимогами людей усіх поколінь» [2, 29, 74, 86].

Законом України «Про охорону земель» визначено правові, економічні та соціальні основи охорони земель з метою забезпечення їх раціонального використання, відтворення та підвищення родючості ґрунтів, збереження екологічних функцій ґрунтового покриву та охорони довкілля. Основними принципами державної політики України у сфері охорони земель є пріоритет екологічних інтересів суспільства у використанні земельних ресурсів над його економічними інтересами [59, 69, 89, 105, 155].

За запасами корисних копалин Україна займає одне з провідних місць серед держав світу. Це зумовило формування потужного гірничовидобувного комплексу, який призводить до величезних навантажень на довкілля, у тім числі й на земельні ресурси. У «Концепції поліпшення екологічного становища гірничовидобувних регіонів України», вказується на необхідність розробки комплексу заходів, спрямованих на відновлення параметрів довкілля та приведення його у стан, що гарантує безпеку життя і здоров'я людини та стійке функціонування природних екосистем [29, 154, 184].

У великому різноманітті способів антропогенного перетворення ландшафту гірничовидобувні роботи відкритим способом мають найбільш негативні наслідки, адже трансформація і навіть повне знищення ґрунтового і рослинного покриву змінює екологічну ситуацію території: змінюється кора вивітрювання, техногенний ландшафт змінює гідрологічний і гідрогеологічний режими, геохімічні потоки речовин, в біологічний кругообіг залучаються інші, часто токсичні елементи і сполуки [56, 73, 110].

При відкритому способі добування корисних копалин вилучаються із надр, розпорошуються, накопичуються, перемішуються і переміщуються, тобто, опиняються у змінених геохімічних умовах значні маси гірських порід. Вони є якісно новими едафо-технічними компонентами екосистем із специфічним складом та властивостями і взаємодією з навколишнім природним середовищем, і їх успішне біологічне освоєння потребує спеціальних наукових досліджень. Тому проблема рекультивації потребує глибокого теоретичного дослідження, прогнозування екологічних ситуацій, створення спеціальних безпечних технологій біологічної рекультивації техногенних ландшафтів [108, 111].

Природне самовідновлення функцій фітоценозу та едафотопу як основних блоків порушених екосистем потребує значного періоду часу і на сучасному етапі не задовольняє вирішення природоохоронних та народногосподарських проблем в регіонах з високою концентрацією техногенних ландшафтів [55, 64, 70, 91, 107, 109, 117, 181].

Сільськогосподарський напрямок біологічної рекультивації обумовлює створення продуктивних агроєкосистем інтенсивного використання (орні угіддя, сіножаті, пасовища, плодово-ягідні насадження), які пред'являють високі вимоги до виконання гірничо-технологічного етапу (форма рельєфу, якість та товщина підстилаючих гірських порід та родючого шару ґрунту та ін.). Різноманіття природно-кліматичних, соціально-економічних, гірничо-технічних, геолого-гідрогеологічних та інших умов не дозволяють створити єдину технологію рекультивації порушених земель [1, 7, 15, 87, 124].

Перші польові дослідження із сільськогосподарської рекультивації порушених земель у Степовій зоні України були розпочаті ще в 1962 році аспірантами кафедри ґрунтознавства Дніпропетровського сільськогосподарського інституту Масюком Миколою Трохимовичем, Узбеком Іваном Харлампійовичем, Чабаном Іллею Павловичем під керівництвом професора Миколи Омеляновича Бекаревича [15-25, 54, 60, 85, 118-123, 162, 164]. Об'єктом дослідження були порушені землі відпрацьованих відвалів марганцевих кар'єрів Нікопольського марганцеворудного басейну, а також геологічні відклади гологен-олігоценного віку, як едафічний компонент екосистеми. Вони характеризуються неоднорідністю гранулометричного, мінералогічного і хімічного складу, різним ступенем забезпеченості основними біофільними елементами.

За 50-річний період рекультивація земель з вузько відомчої перетворилася в глобальну екологічну проблему і нову область знань, що розвивається на стику біологічних, геологічних, гірничотехнічних і соціально-економічних наук. За цей час у Дніпропетровському аграрному університеті сформувалась наукова школа з рекультивації земель, результати якої стали широко відомими за межами України. Мережа дослідних станцій охоплювала найбільші родовища корисних копалин степової чорноземної зони – Нікопольський марганцеворудний (Дніпропетровська область), Криворізький та Камиш-Бурунський залізорудні басейни (Дніпропетровська область,

Автономна республіка Крим), Вільногірське родовище поліметалічних руд (Дніпропетровська область), Курська Магнітна Аномалія (Росія), родовища кам'яного та бурого вугілля у Західному Донбасі та Кіровоградській області [30, 34, 44, 61, 68, 72, 81, 88, 115-116, 127, 132, 164].

Дослідження з рекультивації земель ще не розкрили повною мірою тієї наукової новизни, яку можна чекати в майбутньому. Безсумнівно те, що «колишні біосфери» В.І. Вернадського (винесені на денну поверхню геологічні відкладення) «оживають» у сучасних умовах. Більшість осадових полімінеральних полідисперсних гірських порід, які в минулому пройшли древні ґрунтоутворювальні процеси, зберегли здатність до родючості, що була успадкована від живої речовини відповідних геологічних епох [40, 79, 84, 156].

Однак родючість гірських порід істотно відрізняється від родючості ґрунтів, особливо чорноземів. Вона залежить не тільки від складу і властивостей породи, але й від біологічних особливостей і екологічних потреб рослин. У зв'язку з цим родючість гірських порід М.Т. Масюк запропонував розглядати через призму біологічних можливостей фітоценозу. Адже одні й ті ж гірські породи можуть бути родючими для багаторічних бобових трав і слабо родючими для зернових культур [119, 122].

1.1. Світовий досвід вирішення проблеми рекультивації техногенно порушених ландшафтів. Поява навіть незначних по площі антропогенних утворень на поверхні землі, які порушують цілісність природних ландшафтів або суттєво змінюють їх звичний стан, не могло сподобатись людству. З цієї причини людство стало шукати шляхи відновлення хоча б рослинності. Але оскільки порушені площі були невеликі, більша частина порушених територій відновлювалася природними процесами. Пізніше, по мірі вдосконалення виробничих сил, масштаби та ступінь порушень стали катастрофічно швидко збільшуватися. Вже на початку ХХ ст. об'єми та ступінь порушення промисловістю природних ландшафтів досягли такої стадії, що дозволили В.І.

Вернадському порівняти наслідки діяльності людини з геологічними процесами [40-41].

Згідно відомих причин перші способи суттєво формувати рослинний покрив на порушених землях почали освоювати в промислових державах Європи. Першою історичною довідкою, щодо рекультивації методом озеленення порушених територій, є в роботах W. Knabe [206]. Здійснені перші спроби посадки вільхи на відвалах, утворюваних після видобутку вугілля, в 1784 році. Ці перші посадки здійснювалися за наказом короля Саксонії Фрідріха Августа I. Але ці всі способи були до XX століття поодинокими. Більш масштабними були роботи по формуванню рослинності на порушених територіях Німеччини на початку XX століття. В 1920-ті роки також проведені перші роботи по рекультивації в Мідленді (Англія).

Різкий розвиток промисловості після Другої світової війни призвів до збільшення темпів руйнації природних ландшафтів та заміни їх техногенно-порушеними площами. Все це погіршувало якість життя на прилеглих територіях. Багатоплановий негативний вплив техногенних ландшафтів навколишнього середовища змусив зайнятися проблемою їх рекультивації.

В промислово-розвинутих країнах Європи починають проводити наукові дослідження в цій сфері, розробляти та застосовувати практичні рекультиваційні заходи. Однак, головною метою практичних робіт по відновленню порушених земель в цей період було їх повернення в сільськогосподарський обіг. І тільки на протязі 60-х та 70-х років XX сторіччя в рекультивації відбувся корінний злам. Відтоді вплив техногенних ландшафтів на навколишнє середовище привів до того, що площі порушених земель стали відповідати площам сільськогосподарських угідь [185, 188, 194]. В інтересах екологічної безпеки в ряді країн Європи та Америки були прийняті відповідні закони та державні програми, направлені на захист навколишнього середовища від наслідків видобутку корисних копалин. Особливо велика увага рекультивації стала приділятися в Німеччині, Англії, Польщі, США, Угорщині, Чехії та інших країнах [189, 191-194, 196, 202, 204]. В цих країнах

швидко зрозуміли, що будь-яка технологія рекультивації порушених земель не може бути екологічно достатньо ефективна, якщо на поверхні техногенного ландшафту не будуть створені потрібні едафічні умови. Тому загальноприйнятою вимогою стає створення потрібної товщі ґрунтоутворення з порід, які будуть забезпечувати необхідні едафічні умови. Цей етап рекультивації був названий гірничотехнічний, тоді як етап формування рослинного покриву-біологічним. В більшості країн потреба високої екологічної ефективності рекультиваційних заходів сприяла переходу від технології безсистемного відвалоутворення до технології селективного зняття розкривних гірських порід. Технологія такого зняття базувалася на спеціально прийнятих нормативах, наприклад, в Німеччині шар родючого ґрунту повинен бути потужністю не менш 1 м для основних сільськогосподарських культур та 1,5-2 м для плодово-ягідних культур, а відкоси відвалів повинні бути виположені до крутизни 1:4 [202]. Селективна відсипка потенційно-родючих порід абсолютно необхідна в тих випадках, коли при розробці родовищ у відвали складаються фітотоксичні породи. Відвали з такими породами довгий час наносять велику шкоду навколишнім ландшафтам. Найбільш жорсткі вимоги до якості рекультиваційних робіт та відновлення ґрунтового і рослинного покривів приймаються в країнах, де присутній гострий дефіцит сільськогосподарських угідь (Німеччина, Англія, Угорщина та ін.). Наприклад, в Німеччині під лісову рекультивацію використовують лише ті ділянки відвалів, які непридатні для сільськогосподарського використання [195, 202].

В США на початку 1980-х років відкритими розробками корисних копалин щорічно порушувалося більше 60 тис. га за рік [187, 200].

В цій державі для організації рекультиваційних робіт та здійснення контролю за їх якістю, починаючи з 1939 року, стали прийматися відповідні закони, згідно яких гірничо-видобувні підприємства зобов'язані були відновлювати порушені землі. Прийняття законів сприяло інтенсифікації робіт настільки, що в наш час в більшості штатів не рекультивованих відвалів

практично не залишилося. Прийняті закони регулюють вартість порушених земель та їх рекультивації, також визначають строки, нормативи, мету відновлення рослинного і ґрунтового покривів. В деяких законах обов'язковою умовою є використання технології селективного формування відвалів, яка передбачає окреме зняття та складання непридатних для рекультивації розкритих та вміщуючих порід від потенціально родючих порід (ПРП) і родючого шару ґрунту (РШГ) [193, 195, 201]. Крім того, під час рекультивації територій вугільних кар'єрів основна увага приділяється створенню озер, пасовищ і лісів. Після нанесення ґрунту на сплановані ділянки висаджують сосновий ліс, або використовують рекультивовані землі у сільському господарстві [190, 198, 206-214].

Численні експерименти щодо відновлення порушених земель дозволили визначити раціональні строки проведення гірничотехнічної та біологічної рекультивації. Планування відвалів проводиться переважно восени до природного осідання порід, коли їх легше переміщати бульдозерами. Садіння лісу залежно від погоди і властивостей ґрунту проводиться у зимові та весняні місяці.

В теперішній час для відновлення порушених земель в США використовується різні в залежності від цілей рекультивації технології, в тому числі і відсипкою раніш знятих родючих шарів ґрунту. В європейських державах, наприклад в Німеччині, де рекультивуються практично всі порушені землі, в залежності від цілей рекультивації також використовуються різні технології, як з нанесенням потенціально родючих порід (ПРП) і родючого шару ґрунту (РШГ), так і без їх нанесення, а в техногенних ландшафтах з фітотоксичними (сульфідовміщуючими) породами використовується і заходи хімічної меліорації: внесення вапна або буровугільної золи [192].

В Угорщині, Болгарії та Румунії при рекультивації відвалів з потенційно родючими породами найчастіше обмежуються лише біологічним етапом, але при цьому більшу увагу приділяють внесенню збільшених доз органічних та

мінеральних добрив. В Чехії та Польщі технології рекультивації орієнтовані на створення лісових насаджень, з метою покращення порушених природних ландшафтів та санітарно-гігієнічного стану в промислових районах [203].

Досить значний дослід проведення рекультиваційних робіт накопичений при роботах на териконах і відвалах шахтних порід в Англії. Перші спроби формування лісових насаджень на цих об'єктах були запроваджені ще в 1921 році [192, 194, 196]. В теперішній час основною метою рекультивації в Англії є створення сінокосно-пасовищних угідь в поєднанні з рекреаційними ділянками з водоймищами і посадками декоративних лісових насаджень.

У Німеччині важливим заходом вважається селективна розробка сприятливих для рекультивації порід і нейтралізація шкідливого впливу кислотності на майбутню рослинність відновлюваних площ. Наприклад, на буро-вугільному кар'єрі "Бухгаммер" намір зберегти земельні угіддя призвів до необхідності розробки розкривних порід двома надвиступами, з яких верхній шар складений із родючих пісків. При цьому технологією розробки передбачено укладання токсичних порід нижнього виступу в основу відвалу. Потім транспортно-відвальний комплекс переміщується до верхнього підвиступу і перекидає токсичні породи. В кінці поверхня відвалів вирівнювалась бульдозерами [194].

У цій країні широко практикується також хімічна меліорація відвалів: внесення вапна і мінеральних добрив з наступним вирощуванням багаторічних трав, внесення побутових відходів, внесення буро-вугільної золи і мінеральних добрив, використання стічних промислових вод, що містять велику кількість поживних речовин. Дослідження показали, що найбільш ефективним є внесення буро-вугільної золи і вапнування. Для меліорації 1 га третинних відвалів потрібно 500 м³ буро-вугільної золи. Вапно найкраще заробляти на глибину 50-60 см. Останнім часом також використовується ще такий метод рекультивації: виступи на кар'єрах створюють у вигляді терас висотою 12-16 м з кутом відкосу 45°. На терасах розсипають золу електростанцій в нормі 250 т/га. Золу розкидають вибухом і заробляють у

грунт за допомогою культиваторів, підвішених на стрілі драглайна. Цей метод дає можливість в 1,5 рази зменшити площу відвалів і знизити витрати на рекультивацію з 5 до 9 тис. євро. Відновлені землі переважно засівають травами, пшеницею, житом [195, 199].

У Чехії у процесі відновлення порушених земель перевага надається створенню лісонасаджень цільового призначення: лісопарків, парків, вітрозахисних лісів та ін. Для лісогосподарського використання відводяться переважно ділянки неправильної форми із сильно пересіченим рельєфом, відкоси шахтних териконів і кар'єрних відвалів. На низькородючих землях широко вирощуються трав'янисті та деревно-чагарникові рослини [192, 197, 200-205].

Отже, на сьогоднішній день можна впевнено сказати, що досвід рекультивації земель, порушених гірничо-добувною промисловістю є надзвичайно великим. Важливим є його втілення в життя не тільки в країнах, що мають спроможність його провести, а й в країнах менш економічно-розвинутих.

1.2. Узагальнення досвіду відновлення ґрунтового покриву і рослинності в пострекультиваційний період за сільськогосподарського використання. До теперішнього часу людство стало активним фактором зміни і руйнування біогеосистем, що супроводжується порушенням ґрунтового покриву. При цьому цілком очевидно, що деградація ґрунтів веде до трансформації або втрати їх агроекологічних функцій і зниження біорізноманіття. В останні десятиліття відбувається не тільки значне прискорення та посилення природних процесів, але й виникають і активно поширюються техногенні форми повного руйнування ґрунтового покриву і його родючості. Процеси руйнації ґрунтів налічують десятки і сотні різних локальних і зональних форм прояву [107].

Виробнича діяльність людей, озброєних потужними засобами виробництва і новітніми технологіями, все більше розширює область свого

втручання в фундаментальні процеси, що відбуваються в біосфері. Масштаби цього впливу стали відчутним фактором, що впливає на функціонування біосфери в усіх її складових (біоті, атмо-, гідро- та літосфері), обумовлюючи в них зміни структурно-функціональних зв'язків, що часто приводять до небажаних і навіть шкідливих наслідків [98, 101, 106, 109, 120].

На тлі зростаючого процесу руйнації ґрунтового покриву в результаті видобутку корисних копалин особливу важливість і актуальність займає проблема відновлення ґрунтів. З одного боку, ґрунти є найбільш стійким компонентом наземних екосистем, що виражається у високій здатності чинити опір і в повільній зміні під впливом зовнішніх факторів, тобто у високій буферній здатності [101, 106, 121, 141, 146]. Але, у порівнянні з іншими компонентами екосистеми, ґрунти найбільш повільно відновлюють (регенерують) структуру, властивості і функції після їх порушення. Слід пам'ятати, що ґрунтовий покрив – продукт тривалої і складної історії даної місцевості, багатовікової взаємодії факторів ґрунтоутворення. Відповідно, в природних процесах сучасні ґрунти в більшості випадків є стійким компонентом біосфери, що знаходяться у стані рівноваги із середовищем або повільної гармонійності і «встигають» змінюватися слідом за природною еволюцією середовища [152, 184].

Так, за даними багатьох науковців [7, 11, 15, 29, 58, 60, 65, 68, 77, 98, 111] техногенний вплив викликає порушення рівноваги «ґрунти – чинники», і для відновлення колишнього або нового рівноважного стану потрібні такі ж тривалі проміжки часу, які були необхідні для розвитку сучасних природних ґрунтів. В свою чергу, ґрунти являють собою таку систему, де всі частини (підсистеми) і властивості якої утворюються і відтворюються з різними швидкостями. Діапазон часу відтворення для порушених ґрунтів та окремих властивостей охоплює досить широкий інтервал [63]. У більшості випадків, після повного руйнування ґрунтового покриву його відновлення в принципі можливе, але здійснюється в геологічному масштабі часу (тисячі і більше років до повного відновлення). Тому вважають, що в історичні терміни

відбуваються практично незворотні зміни. У цьому плані ґрунти є практично невідновними природними ресурсами, і це ще раз підкреслює необхідність їх збереження і актуальність проблеми їх відновлення.

На порушених та рекультивованих землях властивості техногенних природно-територіальних комплексів та їх компонентів обумовлені як природними властивостями будови земної кори, так і характером техногенезу. Теорії провідних вчених [3, 7, 12, 15, 20, 34, 40, 51, 57, 59, 65, 70, 81, 90, 101-104, 109, 121, 148, 153, 157, 159, 184, 191, 202, 209] щодо провідної ролі геоматичної основи при формуванні природних комплексів набувають важливого значення для розуміння умов формування та становлення зміни властивостей та структури техногенних ландшафтів, які формуються в процесі видобутку та переробки корисних копалин. Вони відіграють велике значення щодо обґрунтування агроекологічно орієнтованих технологій видобутку корисних копалин, а також визначенні напрямків і способів рекультивації порушених земель.

Результати наукових робіт Л.В. Єстеревської та Г.Ф. Момот [68-70, 89, 133], вказують на те, що за природного заростання відвалів і проведення рекультиваційних робіт формування ґрунтів відбувається за зональним типом. Утворені техногенні ґрунти можна розглядати як ґрунти-аналоги, які прагнуть за всіма законами еволюції ґрунтів повернутися до початкового стану. При цьому тип рослинної асоціації визначає швидкість, обсяг, характер і хімізм біологічного кругообігу елементів, що зумовлює швидкість і напрям ґрунтоутворного процесу [69, 85, 132, 207]. Загалом формування основних властивостей техногенних ґрунтів залежить від вихідного матеріалу профілю, віку сформованого фітоценозу, а також природно-кліматичних умов і рельєфу кожного техногенного ландшафту. Тому цілком реальним є розроблення прогнозу «ґрунт-момент», як компонента сучасного ландшафту за спрямованої природної чи антропогенної зміни факторів ґрунтоутворення. Найінформативнішим показником в процесі еволюції техногенних ґрунтів є гумусоутворення, за якого трансформація мінеральної частини гірських порід

носить спрямований характер. Відбувається розвиток індивіда ґрунту за безупинно мінливого характеру відображення факторів ґрунтоутворення [64, 69, 85-87, 91]. Характер глибини цього перетворення перебуває під контролем первинних угруповань початкових стадій сукцесій. Як свідчать численні дані, уміст гумусу та швидкість його утворення у верхньому акумулятивному шарі техногенних ґрунтів під різною рослинністю неоднаковий. Основними показниками, які характеризують швидкість та спрямованість ґрунтоутворного процесу, є показники накопичення вуглецю в різних горизонтах рекультиваційного шару та якісний склад ґрунтів, що формуються.

Дослідження особливостей організації, функціонування та зміни біогеоценозів техногенних ландшафтів як теоретичної основи вчення про рекультивацію земель ґрунтуються на системному підході, концептуальні положення якого щодо біогеоценозів і ландшафтів розроблені А.А. Титляною [137], а стосовно до техногенних ландшафтів і їх біогеоценозів викладені в роботах М.О. Бекаревича, М.Т. Масюка, В.О. Забалуєва, О.Г. Таріки [21-23, 76-88, 118-125, 156], А.П. Травлєєва [160], С.С. Трофімова [161], та ін.

Важливим чинником формування і відновлення ґрунту є біологічний фактор – циклічне відтворення біоти, яке при тривалому функціонуванні призводить до незворотних або частково незворотних процесів, що обумовлюють мікроефекти і зміну речовинного складу й структурної організації твердої фази субстрату. Тривале накопичення таких змін приводить до розвитку елементарних ґрунтоутворюючих процесів [54], що поступово перетворює гірську материнську породу у ґрунтоподібне тіло з ґрунтовим профілем і його диференціацією на генетичні горизонти.

Техногенні ґрунти на ранніх стадіях розвитку, у силу інтенсивності ряду елементарних ґрунтових процесів, відносно швидко накопичують ознаки і властивості, що свідчать про напрямок ґрунтоутворювального процесу за зональним типом [65-66]. Екологічний потенціал техногенних ґрунтів на початковій стадії розвитку – низький, однак підвищується в результаті

активного і цілеспрямованого втручання людини – комплексу агротехнічних, агрохімічних і фітомеліоративних заходів з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов.

У молодих ґрунтах на рекультивованих землях вже на ранніх стадіях розвитку формуються морфологічні, фізико-хімічні й інші властивості, які характерні для основних типів зональних ґрунтів, що складають структуру ґрунтового покриву поруч із розташованими біогеоценозами. Так, М.Т. Масюк, В.О. Забалуєв і М.Г. Бабенко [11, 81, 126] досліджували формування морфологічних ознак, змін і рівень родючості за профілем в лесоподібних суглинках, сіро-зелених мергелястих глинах і в червоно-бурих глинах, які протягом двадцяти років знаходилися у сільськогосподарському використанні.

У зв'язку з тривалістю природного самовідновлення ґрунтових функцій виникає необхідність застосування способів його скорочення. Тому одним із найбільш раціональних шляхів відновлення цих функцій є використання методів біологічної рекультивації за допомогою вирощування багаторічних трав [7, 17, 20-24, 32, 43, 49, 57, 61, 64, 68-83, 89, 91, 109, 117, 120-125, 127, 132-133, 156, 162-167, 181, 184, 191-200].

Таким чином, багаторічними дослідженнями визначено, що ефективність відновлювання техногенних ландшафтів оцінюється за допомогою екологічних і господарських функцій. Господарська ж функція ґрунту піддається більш швидкому відновленню, бо визначається за отриманням корисної продукції ніж, наприклад, екологічна, яка відзначається потенційною здатністю її утворювати і регулювати умови для існування ґрунтових мікроорганізмів та включає в себе складні взаємозв'язки поживного, геохімічного, водно-повітряного режимів та зміни у властивостях в постфітомеліоративний період їх освоєння та використання.

Узагальнення досвіду відновлення ґрунтового покриву і рослинності в постфітомеліоративний період дозволило обґрунтовано визначити індикаційні можливості багаторічної рослинності; створити передумови для наступного

експериментального моделювання складних полікомпонентних агрофітоценозів із відповідними параметрами.