

ВІДГУК
офіційного опонента, доктора технічних наук,
професора Поповича Василя Васильовича
на дисертацію Вихівської Катерини Миколаївни
«РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ТЕХНОГЕННО ПОШКОДЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ В
МЕЖАХ БІОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТУ «РОЗТОЧЧЯ»»
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 101 – Екологія
галузі знань 10 «Природничі науки»

1.Актуальність теми дисертації. Проблематика деградації техногенно змінених земель, зокрема внаслідок гірничо-хімічної промисловості, є однією з найгостріших екологічних загроз в Україні. У контексті постіндустріального спадку видобутку сірки, який залишив по собі десятки тисяч гектарів спустошених і токсичних ландшафтів, особливої актуальності набуває питання науково обґрунтованої та ефективної рекультивації таких територій. Серед них — хвостосховище Яворівського ДГХП «Сірка», яке входить до меж біосферного резервату «Розточчя» та потребує комплексного екологічного відновлення.

Значущість теми обумовлюється не лише екологічним і соціальним навантаженням, яке несуть ці території, а й необхідністю імплементації європейських екологічних стандартів, згідно з міжнародними зобов'язаннями України. Розробка адаптивних моделей екосистемної рекультивації, які враховують біотичний потенціал, хімічний склад ґрунтів, особливості ландшафтів і регіонального клімату, є вкрай важливою умовою для досягнення цілей сталого розвитку, зокрема Цілі 15: «Збереження екосистем суходолу».

Об'єкт дослідження, обраний здобувачем, має стратегічне значення: хвостосховище розташоване на межі важливих природоохоронних територій і водозбірного басейну. Його поточний стан становить ризик для регіональної біорізноманітності, охорони водних ресурсів, а також для здоров'я місцевого населення. Водночас він є унікальним зразком для апробації сучасних біоекотехнологій, біоіндикації, фіторе mediaції та природоорієнтованих підходів.

Розробка ефективної системи рекультивації вимагає не лише ґрунтового екологічного аналізу, а й поєднання міждисциплінарних знань: ґрунтознавства, геоботаніки, гідрогеології, мікробіології, екотехнологій, а також правових норм, що регулюють охорону довкілля. Дисертаційне дослідження Вихівської Катерини вирізняється саме цим інтегративним підходом, поєднуючи природничі й правові засади у створенні науково обґрунтованої моделі відновлення техногенно пошкоджених територій.

Таким чином, тематика дисертації відповідає пріоритетним напрямкам наукових досліджень у сфері охорони довкілля, має очевидну теоретичну новизну та значний практичний потенціал. Обрана тема є науково обґрунтованою, суспільно значущою і спрямованою на вирішення конкретної екологічної проблеми, що підтверджує її безумовну актуальність.

Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри «Цивільної безпеки» Національного університету «Львівська політехніка» «Переробка та утилізація відходів, ресурсо- та енергозбереження, фізико-математичне моделювання, контроль та захист довкілля від забруднень» і виконувалась в межах Міжнародної кліматичної ініціативи (ІКІ) за підтримки Федерального міністерства довкілля, збереження природи та ядерної безпеки Німеччини (BMU) на основі рішення, прийнятого Бундестагом Німеччини. Проект впроваджений Фондом Міхаеля Зуккова та Університетом сталого розвитку м. Еберсвальде з Німеччини разом з місцевою НГО «Природа Розточчя», а також кафедрою Цивільної безпеки, Інституту сталого розвитку, НУ «Львівська політехніка».

2. Короткий аналіз змісту дисертації.

Дисертація структурована логічно та чітко, охоплює всі ключові етапи дослідження. У вступі обґрунтовано вибір теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет дослідження та методи.

У **першому розділі** проведено аналітичний огляд літературних джерел щодо стану техногенно порушених територій, принципів рекультивації та сучасних підходів до оцінювання деградації земель.

Другий розділ присвячено загальній характеристиці об'єкта дослідження — хвостосховища Яворівського ДГХП «Сірка», його геологічним, кліматичним, гідрологічним і техногенним особливостям, які впливають на вибір методів рекультивації.

У **третьому розділі** викладено результати первинної екологічної оцінки території: досліджено морфологічні властивості ґрунтів, рівень забруднення, кислотність, мікробіологічну активність та флористичний склад.

Четвертий розділ містить результати польового експерименту, пов'язаного з апробацією різних варіантів рекультивації: висадження піонерних видів, використання біопрепаратів, формування ґрунтового покриву.

У **п'ятому розділі** наведено узагальнену технологічну схему рекультивації, критерії ефективності, адаптаційні можливості методики для впровадження на інших ділянках.

У **висновках** чітко сформульовано основні результати дослідження, вказано їх значення для науки та практики.

3. Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій.

Дисертаційна робота Вихівської Катерини Миколаївни виконана з дотриманням вимог до наукової обґрунтованості, внутрішньої логіки дослідження та достовірності результатів. Здобувачем було застосовано широкий спектр апробованих і сучасних методів дослідження, які дозволили отримати об'єктивні результати щодо стану деградованих територій та ефективності їх відновлення. Вибір методичних підходів (аналіз ґрунтових характеристик, геоботанічна оцінка, застосування індексів біорізноманіття) був доцільним і обґрунтованим, враховуючи об'єкт дослідження та поставлені завдання.

Результати, викладені в роботі, мають високий ступінь наукової достовірності, що підтверджується повторюваністю дослідів, використанням контрольних ділянок, статистичним обґрунтуванням висновків. Структура дисертації логічна, зміст розділів взаємопов'язаний, а висновки безпосередньо випливають із наведених даних. Аргументованість тверджень і системність викладення свідчать про високий рівень наукового мислення здобувача.

Висновки та рекомендації базуються на чітко сформульованих результатах дослідження, мають прикладний характер і можуть бути реалізовані у практиці природоохоронної діяльності. Достовірність наукових положень підтверджена також апробацією матеріалів на наукових конференціях і публікаціями в фахових виданнях.

4. Наукова новизна одержаних результатів

У дисертаційній роботі Вихівської Катерини Миколаївни сформульовано низку нових наукових положень, що мають істотне значення для розвитку теорії та практики рекультивациі техногенно порушених територій, а також екології загалом.

Вперше:

- проведено експериментальне дослідження екосистемних характеристик територій функціонування об'єктів Яворівського ДГХП «Сірка», що дало змогу встановити рівень екологічної стійкості в зонах промислового впливу та зробити науково обґрунтований висновок щодо потенційної можливості екологічної реабілітації цих територій;
- здійснено оцінку біотичного потенціалу посттехногенної екосистеми хвостосховища виробництва сірки флотаційним методом, що дозволило виявити ступінь природної здатності території до самовідновлення та окреслити межі її подальшого екосистемного відновлення.

Набули подальшого розвитку:

- технології рекультивації порушених земель із урахуванням специфіки їх фізико-хімічних і біологічних властивостей, що стало основою для формування типологічного підходу до відновлення різних категорій деградованих ділянок;
- наукові засади щодо зменшення негативного впливу ліквідованих підприємств з видобутку сірки на навколишнє природне середовище, що охоплюють як технічні, так і екосистемні рішення, з урахуванням сучасних екологічних стандартів.

Одержані результати поглиблюють сучасні уявлення про процеси природного відновлення техногенно пошкоджених територій і сприяють створенню цілісної науково обґрунтованої системи рекультиваційних заходів, адаптованих до умов конкретного регіону. Наукова новизна дослідження підтверджується також поєднанням польових, лабораторних та правових аспектів дослідження, що забезпечує міждисциплінарну цілісність і практичну цінність одержаних результатів.

5. Практичне значення отриманих результатів

Практична цінність дисертації Вихівської Катерини Миколаївни полягає у можливості безпосереднього застосування результатів дослідження в реальному екологічному, господарському та правовому контексті. Запропоновані методичні підходи, алгоритми, рекомендації та обґрунтування можуть стати основою для формування локальних та регіональних програм рекультивації техногенно порушених територій, зокрема на заході України, де проблема деградації земель набула особливої гостроти.

Розроблена система заходів екосистемного відновлення із застосуванням мікоризоутворюючих грибів, фіторе mediaційних культур і природних біоагентів може бути впроваджена у практику екологічного землекористування підприємствами, які здійснюють видобуток, зберігання або переробку корисних копалин. Вона дозволяє знизити витрати на класичні технічні методи рекультивації, а також мінімізувати екологічні ризики.

Окремого значення у роботі набули:

- методики комплексної оцінки стану деградованих ґрунтів із врахуванням фізико-хімічних характеристик, біотичного потенціалу та структури фітоценозів, що дозволяють обґрунтовано визначати ефективність біологічної рекультивації;
- розробка критеріїв екологічного зонування порушених територій залежно від ступеня деградації та потенціалу самовідновлення, що створює основу для оптимізації заходів екосистемного відновлення;
- систематизація правових підходів до регулювання процесів рекультивації техногенних територій в Україні з урахуванням міжнародного досвіду, що сприяє гармонізації законодавчої бази в контексті євроінтеграційних процесів.

Результати дослідження було апробовано під час реалізації практичних етапів екологічного моніторингу у межах Яворівського району та біосферного резервату «Розточчя», що підтверджує їхню придатність до впровадження в умовах природного різноманіття, різного ступеня антропогенного навантаження та варіативності кліматичних умов.

Таким чином, практична значущість дисертаційної роботи полягає не лише в можливості її прикладного використання, але й у тому, що вона формує концептуальну основу для подальшого розвитку рекультиваційної політики в Україні.

6. Зауваження до змісту дисертації

Дисертаційна робота Катерини Вихівської загалом вирізняється високим рівнем наукової культури, логічною структурою та повнотою дослідження. Водночас, з метою вдосконалення, до змісту дисертації доцільно висловити кілька зауважень, які носять конструктивний характер:

1. У роботі не достатньо обґрунтовано вибір досліджуваних ділянок для проведення польових досліджень, відбору проб та контрольної ділянки.
2. У дисертації недостатньо вказано видовий склад, який приймає участь у природних фітомеліоративних процесах, родинний спектр та роди.
3. Не у повній мірі наведено видовий склад для біологічного етапу рекультивації, його життєвість та фізіологічну стійкість.
4. У роботі слід було навести толерантність видового складу до хімічного забруднення та заходи із збереження фітоценотичного вкриття.
5. Потребують додаткового пояснення питання накопичення важких металів та інших хімічних елементів у біоті, едафотоплах, а також концентрація небезпечних речовин у приземному шарі повітря.
6. У роботі не відображено питання екологічного моніторингу дегастрованих територій та не наведено рекомендації з актуальності його подальшого впровадження.
7. Потребують додаткового відображення питання дослідження мікроклімату та його впливу на видовий склад.
8. Слід висвітлити порівняння проведених досліджень із досягненнями інших науковців на цих дегастрованих територіях.

Зазначені зауваження не знижують наукової цінності дослідження і можуть бути враховані при підготовці публікацій за результатами дисертації або подальшій науковій роботі.

7. Висновки і рекомендація щодо присудження наукового ступеня

Дисертація Вихівської Катерини Миколаївни на тему «Рекультивація техногенно пошкоджених територій в межах біосферного резервату “Розточчя”»

є самостійним завершеним науковим дослідженням, що відповідає сучасному рівню екологічної науки та міждисциплінарного підходу до проблем відновлення деградованих територій.

У роботі всебічно обґрунтовано актуальність теми, глибоко проаналізовано літературу і практичні підходи до рекультивації. Запропоновано нові наукові положення щодо фіторемедіації, екосистемного підходу, правового забезпечення та екологічної типізації. Підтверджено результатами експериментів ефективність запропонованих моделей і рішень. Викладено висновки, які чітко відповідають поставленим завданням. Представлено результати, що мають практичну цінність для реалізації програм екологічного відновлення, а також для удосконалення нормативної бази України.

Дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, встановленим наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. (із змінами), а її автор — **Вихівська Катерина Миколаївна** — заслуговує на присудження наукового ступеня **доктора філософії** за спеціальністю **101 – Екологія**.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
проректор з наукової роботи Львівського
державного університету безпеки
життєдіяльності

Василь ПОПОВИЧ

