

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Ключко Тетяни Олександрівни  
«Оцінка якості рекультивації ґрунтів бурових майданчиків  
нафтогазовидобувних свердловин дистанційними засобами  
(на прикладі родовищ Дніпровсько-Донецької западини)»,  
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

**Актуальність теми дисертації.** Важливою проблемою екологічної безпеки є створення сучасних підходів до захисту природного середовища від екологічно небезпечних впливів виробничої діяльності об'єктів нафтогазового видобутку. Характерною відзнакою нафтогазового видобування у межах родовищ Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) є розташування їх інфраструктури на сільськогосподарських землях, які беруться в оренду у землевласників.

Необхідність проведення екологічного моніторингу стану ґрунтового покриву на територіях діяльності нафтогазовидобувних підприємств обумовлена вимогами до рекультивації порушених земель на ділянках будівництва свердловин, що регламентовано Земельним Кодексом України та державними і галузевими стандартами.

У нормативно-правових документах є вимога до орендарів повернути земельну ділянку в стан, не гірший за попередній. Для виконання такого зобов'язання треба визначати агрохімічні та агрофізичні показники ґрунту. Конкретні вимоги до контактних методів щодо вибору місць відбирання проб ґрунту, перелік показників і порядок відбирання та аналізу проб надано в нормативних документах.

В світовій практиці екологічного моніторингу ґрунтів широко застосовуються методи дистанційного зондування Землі.

Хімічні методи дозволяють зробити висновок переважно про сучасний стан ґрунту у точках відбору проб.

Дистанційні методи надають можливість оцінити комплекс природних та антропогенних впливів на ґрунт протягом певного часу у просторі.

Найбільш доцільною практикою буде сумісне використання даних контактних та дистанційних способів вимірювань.

У зв'язку з цим актуальним науково-прикладним завданням екологічної безпеки є вдосконалення існуючих і розроблення нових методів оцінки стану ґрунтів на основі комплексного використання даних контактних і дистанційних методів з подальшим визначенням оптимальних форм управління екологічною безпекою та забезпечення сталого соціально-екологічного розвитку і потенціалу України.

Тому обрана тема дисертації безумовно є актуальною і потребує свого розвитку в нинішніх умовах.

**Зв'язок з науковими програмами, планами.** Дисертаційне дослідження здійснено в рамках держбюджетних НДР: «Розробка комплексних систем дистанційної діагностики джерел токсичності на великих площах важкодоступної місцевості» (2014, № ДР 0112U007750), «Розробка безпілотного комплексу дистанційної реєстрації скритих змін на місцевості із застосуванням методу зондування порушень динамічної рівноваги біопродукційних процесів» (2016, № ДР 0115U001158) на кафедрі геоінформаційних технологій і космічного моніторингу Землі Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського "ХАІ".

**Наукова новизна одержаних результатів.** В дисертаційній роботі особисто здобувачем одержано нові наукові результати, які доповнюють загальні розробки інших науковців з охорони довкілля та забезпечення екологічної безпеки.

Наукова новизна досліджень полягає в першу чергу в науковому обґрунтованні та розробки методу тематичного оброблення даних дистанційних вимірювань на основі виділення зони досліджень та класифікації елементів зображення для оцінки якості рекультивації. Одночасно автором вперше науково досліджено техногенну трансформацію хімічного складу мінеральної частини ґрунтів на рекультивованих ділянках в часовому аспекті. Крім того, дисертантом удосконалено метод екологічного моніторингу стану рекультивованих ґрунтів. На відміну від відомих він дозволяє використовувати дистанційне зображення без спеціальних вимог до багатозональності, що значно зменшує витрати на дослідження.

Також набули подальшого розвитку методи оцінювання техногенного впливу нафтогазовидобувної діяльності на ґрунтовий покрив та методи екологічного моніторингу нафтогазовидобувних територій шляхом поєднання даних космічного моніторингу і контактних вимірювань.

**Практичне значення отриманих результатів.** Практичне значення роботи полягає у впровадженні методу дистанційного моніторингу майданчиків рекультивації ґрунтового покриву нафтогазових родовищ. Він покладено в основу систем екологічного моніторингу, запроєктованих і впроваджених ТОВ «СВНЦ Інтелект-сервіс ЛТД» на території діяльності низки нафтогазовидобувних підприємств Східної України (довідка про впровадження від 20.11.2018 № 02-20/11).

У результаті впровадження розробки на території діяльності Спільного підприємства «Полтавська газонафтова компанія» відбувається підвищення екологічної безпеки шляхом виявлення забруднених площ та виконання заходів з рекультивації, здійснюється інформаційна підтримка системи комплексного екологічного моніторингу, котра забезпечує зменшення витрат на 30 % під час реалізації ґрунтових досліджень шляхом оптимізації розташування точок відбору проб, завчасного виявлення ділянок забруднення попередніх землекористувачів для регулювання претензій

природоохоронних органів та землевласників (акт впровадження від 03.07.2018).

Результати дослідження також впроваджено і використовуються в Інституті телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України при розробці науково-методичного забезпечення технології дистанційного моніторингу засобами сучасних систем дистанційного зондування, створення картографічних моделей просторового розподілу ділянок зі сталими рівнями антропогенного забруднення засобами ГІС-платформи ARCVIEW (акт впровадження від 02.04.2019 №160/02.04.19-2).

**Структура та зміст дисертації.** Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів та основних результатів і висновків, переліку використаних джерел, 3 додатків. Загальний обсяг роботи становить 143 сторінки, включаючи 20 рисунків з яких 14 на окремих сторінках, 18 таблиць з яких 11 на окремих сторінках за текстом, список із 99 використаних джерел на 11 сторінках і 3 додатки на 8 сторінках.

У *вступі* обґрунтовано актуальність роботи, показано зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами. Сформульовано мету, об'єкт, предмет та завдання дослідження, методи дослідження. Наведено основні дані про публікації та апробацію здобутих результатів, їх наукову новизну і практичне значення.

У *першому розділі* виконано аналіз джерел інформації, що стосуються обраної тематики. Показано, що розробка та експлуатація нафтогазових родовищ є небезпечним для навколишнього середовища видом виробничої діяльності, оскільки має комплексний характер і супроводжується неминучими просторово-часовими техногенними змінами усіх компонентів довкілля, особливо ґрунтів.

Проаналізовано нормативно-правові передумови моніторингу ґрунтів. Перспективність використання матеріалів дистанційного зондування Землі визначається можливістю виділення контурів площ порушених ґрунтів та ідентифікації майданчиків, що довгим терміном знаходяться у стані, відмінному від фонового. Інструментом у визначенні стану рекультивованих площ є аналіз дистанційних даних і фізико-хімічний аналіз ґрунту. Дисертаційні дослідження присвячено саме розробці методів оцінювання якості рекультивації ґрунтів бурових майданчиків нафтогазовидобувних свердловин дистанційними засобами.

У *другому розділі* проведено дослідження стану ґрунтів із застосуванням матеріалів космічних зйомок. Розроблено процедуру аналізу знімків, що дозволяє використовувати доступні дистанційні зображення для виділення зон розподілу потенційного забруднення навколо свердловин.

Запропоновано показник якості рекультивації – «бал відхилення». Розроблено метод тематичного оброблення даних дистанційних вимірювань на основі виділення зони досліджень та класифікації елементів, що надає знімкам вимірювальні властивості (розмір площ порушених ґрунтів, показники яскравості), необхідні для оцінки якості рекультивації.

Проведений аналіз стану показників рекультивованих майданчиків свердловин показує, що в цілому найбільшими площами та відхиленнями яскравості плям від фону вирізняються ділянки давньої рекультивації.

У *третьому розділі* наведено результати контактних досліджень, які підтверджують коректність запропонованих теоретичних положень з оцінки дистанційними засобами якості рекультивації ґрунтів бурових майданчиків нафтогазовидобувних свердловин. Проведено оцінку результатів досліджень агроекологічних та фізико-хімічних показників ґрунту на майданчиках свердловин з різним терміном рекультивації.

Співставлення хімічного аналізу та фототону ґрунтів рекультивованих майданчиків свердловин показало наступне: яскравість аномалій фототону зображення пропорційна перетворенню хімічного складу мінеральної частини ґрунтів; максимальне відхилення яскравості спостерігається на ділянках максимального забруднення компонентами бурових розчинів; мінімальні відхилення яскравості переважно пов'язані з ущільненням ґрунту, яке є наслідком технічної рекультивації та порушення вимог біологічної рекультивації.

У *четвертому розділі* в результаті аналізу даних дистанційних та контактних вимірювань сформовано напрям комплексного дослідження для в'яснення генезису площинних аномалій. На основі вивчення контактними методами вмісту хімічних елементів у рекультивованих ґрунтах бурових майданчиків створено факторні та кластерні моделі розподілу хімічних елементів у ґрунтах. Ці моделі демонструють суттєві зміни мінерального субстрату. Переважаючим процесом формування техноземів на бурових майданчиках є накопичення в складі силікатної основи ґрунту значних об'ємів кальциту та бариту з аномальним накопиченням халькофільних металів Pb, Ag, Mo, Zn. Групування кластерів різного типу забруднення корелюється з терміном рекультивації та показниками, що визначені дистанційними засобами.

Вивчення особливостей зміни морфологічних ознак рекультивованих ґрунтів бурових майданчиків як давніх часів так і сучасного періоду показує, що причиною даних змін можуть бути як механічні, так і геохімічні впливи. Відокремити кожен з них практично неможливо, оскільки вони здебільше діють одночасно, а набуті зміни є стійкими протягом тривалого періоду післядії. Геохімічні зміни найбільш суттєво впливають на такі морфологічні ознаки, як колір ґрунтів (неоднорідність забарвлення та контрастність в межах трансформованого шару) та зміна їх структури.

*Висновки* містять основні результати дисертаційного дослідження та достатньо повно характеризують науково-практичні досягнення дисертантки.

Повнота і стиль викладення результатів експериментальних досліджень, висновків і рекомендацій відповідають сучасним вимогам до наукових праць та публікацій. Оформлення дисертаційної роботи та автореферату відповідає встановленим вимогам до оформлення дисертацій, затверджених наказом МОН України від 12.01.2017 № 40.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень та рекомендації, які сформульовані в дисертації.** Основні ідеї, сформульовані в дисертаційній роботі, теоретичні та наукові положення, узагальнення, висновки за експериментальними дослідженнями, загальні висновки та рекомендації достатньо обґрунтовані і базуються на критичному аналізі науково-технічної літератури та експериментальній роботі за темою дисертації. Дослідження виконано на високому науково-технічному рівні з використанням сучасних методів аналізу забруднень за інгредієнтними і параметричними показниками та математичного моделювання з проведенням багатofакторного аналізу.

На підставі проведених досліджень розроблено метод оцінки якості рекультивації ґрунтів бурових майданчиків нафтогазовидобувних свердловин із застосуванням даних дистанційного зондування Землі. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість оцінки якості рекультивації ґрунтів бурових майданчиків нафтогазовидобувних свердловин дистанційними засобами шляхом встановлення взаємозв'язку між альbedo та характеристичною функцією наявності забруднюючих речовин. Науково досліджено специфіку забруднення ґрунтового покриву за даними геохімічних аналізів ґрунту у межах визначених ореолів.

**Достовірність наукових результатів.** Достовірність основних наукових положень підтверджується збіжністю результатів теоретичних та експериментальних робіт, які виконано за допомогою методів досліджень, рекомендованих нормативними документами, в лабораторіях акредитованих на даний вид діяльності. Теоретичні дослідження та висновки ґрунтуються на детальному аналізі, вивченні та обробці великого об'єму сучасних науково-технічних матеріалів, даних лабораторних і натурних досліджень та проведених експериментів.

Отримані в дисертаційній роботі результати можуть бути покладені в основу розробки методології ефективного моніторингу процесів рекультивації ґрунтів та якості рекультивації. Виконані дослідження дозволяють рекомендувати розроблені технології у різних країнах світу.

**Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.** Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковані в 20 наукових роботах, з яких дві монографії у співавторстві, 8 статей у наукових фахових виданнях у галузі технічних наук, 2 статті у наукових періодичних виданнях, індексованих у наукометричних базах Scopus та Web of Science, 8 публікацій в матеріалах і тезах наукових конференцій.

За науковим рівнем та повнотою представлення у друкованих фахових виданнях матеріали дисертаційного дослідження Клочко Т.О. відповідають вимогам МОН України та пройшли необхідну апробацію на вітчизняних і міжнародних науково-практичних конференціях.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертації та відображає її основні наукові результати.

Дисертаційна робота написана виваженою та зрозумілою для фахівців мовою, акуратно оформлена.

**Недоліки і зауваження до дисертаційної роботи та автореферату.** Оцінюючи проведену автором науково-дослідну роботу в цілому позитивно, слід звернути увагу на такі зауваження щодо змісту та оформлення дисертації і автореферату:

1. Автор використовує факторний аналіз, який ідентифікує лише лінійні статистичні кореляції між змінними. Але, за визначенням, даний метод практично не чутливий до нелінійних трендів.

2. Літературний огляд добре структурований. Проте англійські джерела датовані переважно до 2005 р., хоча автор використовує найсучасніші ГІС та інформаційні технології. В той же час більш ніж 10 % списку джерел – це Закони України, що є перебільшенням для наукового дослідження. – Достатньо посилення на їх назви за текстом.

Поряд з високим рівнем викладання матеріалу в цілому, треба відмітити також деякі зауваження, що носять здебільшого редакційний та уточнюючий характер:

– двобуквені аббревіатури ВМ (важкі метали), ЗР (забруднюючі речовини), БШ (буровий шлам) за текстом дисертації використовуються 1-2 разів, тому їх вживання не доцільно;

– у формулі (4.1) всі параметри повинні мати нижній індекс  $i$ .

### **Загальний висновок**

Зроблені зауваження і рекомендації не знижують переваг роботи в цілому і суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації – дбайливо зробленого наукового дослідження.

Якісно оформлений автореферат відповідає встановленим вимогам, повно і точно відображає зміст, основні положення і висновки дисертації. Останні співпадають із поставленими задачами та метою роботи.

Актуальність, наукова новизна і практична значущість роботи Ключко Т.О. є доведеними за теоретичними, методичними та прикладними результатами виконаних досліджень.

За комплексною оцінкою опонента на підставі проведеного аналізу, дисертація цілком відповідає паспорту спеціальності «екологічна безпека» і є закінченою науково-кваліфікаційною роботою, в якій викладено науково-обґрунтовані теоретичні та інформаційно-технічні рішення в галузі забезпечення екологічної безпеки регіонів, реалізація котрих підвищує рівень екологічно-збалансованого розвитку територій України.

Вирішуючи наукове завдання оцінки якості рекультивації ґрунтів бурових майданчиків нафтогазовидобувних свердловин дистанційними засобами, дисертація Ключко Т.О. по суті спрямована на інтеграцію ГІС та екологічного моніторингу, що сприяє створенню потужних інформаційних екологічних систем, за якими майбутнє!

Робота містить наукові та практичні результати, які дозволяють вважати, що поставлені завдання виконані, мета досліджень досягнута.

За характерними ознаками дисертація «Оцінка якості рекультивації ґрунтів бурових майданчиків нафтогазовидобувних свердловин дистанційними засобами (на прикладі родовищ Дніпровсько-Донецької западини)» повністю відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567, щодо кандидатських дисертацій, а її автор **Ключко Тетяна Олександрівна** заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю **21.06.01 – екологічна безпека**.

Офіційний опонент,  
головний гідролог Комунального  
підприємства «Харківводоканал»,  
доктор технічних наук за фахом  
21.06.01 – екологічна безпека



**С.Л. Василенко**

*Підпис засвідчує*

*кер. УП Т.Ф. Калемєнська*