

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Недороди Владислава Миколайовича
на тему «Інноваційна технологія біоремедіації нафтозабруднених ґрунтів із
застосуванням мікробіологічних консорціумів»,
на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 18 Виробництво та технології
за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища

Ступінь актуальності теми дисертаційної роботи.

У процесі діяльності нафтовидобувної галузі створюється значне техногенне навантаження на об'єкти атмо-, гідро-, літо- та біосфери, у тому числі, за рахунок утворення нафтошламових відходів. Спорудження та експлуатація шламових амбарів для збору подібних відходів є довготривалими джерелами забруднення навколишнього природного середовища небезпечними хімічними речовинами за рахунок випаровування їх з відкритих поверхонь, міграції у поверхневі, ґрунтові води та ґрунт. Території масового нафтогазовидобутку відносять до категорії екологічно небезпечних внаслідок порушення природної екологічної рівноваги, скорочення ресурсно-біогенного потенціалу біосфери, деградації компонентів екосистем. Таким чином, актуальність проблеми поводження з нафтовими шламами, пов'язаної з максимальною їхньою утилізацією, обумовлюється необхідністю підвищення рівня екологічної безпеки об'єктів довкілля, що перебувають у зоні впливу відходів та місць їхнього розміщення і захоронення. Враховуючи вищенаведене, дисертаційна робота Недороди В. М. є актуальною та має важливе теоретичне та практичне значення.

Зв'язок теми дисертаційної роботи з науковими планами, програмами, фундаментальними та прикладними дослідженнями.

Тематика дисертаційного дослідження повністю відповідає державним і міжнародним науковим програмам і темам. Дисертаційна робота була виконана у межах науково-дослідних робіт кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, за тематикою «Розробка заходів та технологій захисту довкілля від забруднень» (номер державної реєстрації 0120U100038) та господарсько-договірною темою від ТОВ НВП «КАРАТ-БІО», а саме «Спосіб утилізації бурових шламів методом біоремедіації» (№ 1878). У цих науково-дослідних роботах автор брав активну участь як виконавець.

Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій сформульованих у дисертації.

Наукові положення, висновки, рекомендації, які сформульовані дисертантом у роботі, є достатньо обґрунтованими та викладені в логічній послідовності. Вони ґрунтуються на значному обсязі теоретичних та експериментальних досліджень, для чого були використані відповідні вітчизняні та закордонні літературні джерела. Положення та висновки роботи є логічно обґрунтованими і підтверджуються результатами проведених експериментів у лабораторних умовах.

Достовірність одержаних результатів підтверджується системним підходом до комплексного вирішення наукових та практичних задач, забезпечується використанням апробованих методів досліджень, адекватністю моделі, конкретною та чіткою постановкою задач і детальним обґрунтуванням основних положень та висновків.

Наукова новизна дисертації. Наукова новизна роботи полягає у комплексному вирішенні наукової задачі поводження з нафтошламовими відходами, їх подальшої утилізації та біологічної переробки.

Із метою підвищення рівня екологічної безпеки нафтовидобувних територій та ефективності поводження із зазначеними відходами автором були одержані такі нові наукові результати:

1. **Вперше** проведено дослідження ефективності нафтодеструкції біопрепарату «Деструктор НШ», який виготовлений на основі мікроорганізмів роду *Bacillus*, які були ізольовані з бурового шламу Семиренківського газоконденсатного родовища на території України, що дозволяє підвищити екологічну безпеку територій, забруднених нафтою та нафтошламовими відходами.

2. **Вперше** досліджено синергетичний ефект впливу рослин-фіторемедіантів, добрив на основі фульвокислот та препарату «Деструктор НШ» на ефективність рекультивації нафтозабруднених ґрунтів, що дозволяє підвищити ефективність окремо взятих засобів відновлення ґрунтів та досягти кращого ефекту при меншій затраті часу рекультивації.

3. **Вперше** запропоновано науково обґрунтовані, економічно та енергетично доцільні комплексні заходи щодо застосування протестованого біопрепарату «Деструктор НШ» у технології утилізації нафтошламу та нафтових забруднень, що дозволяє розробляти та реалізовувати програми комплексного відновлення забруднених нафтою територій.

4. **Удосконалено** методологічні основи використання рослин для фіторемедіації та фітостимуляції процесів очищення ґрунтів, забруднених

нафтою та нафтопродуктами, та технологічні етапи у системах біоремедіації, що відрізняється від відомих методів можливістю повторного використання частини очищеної ґрунтосуміші для повноцінної утилізації та підвищення потенціалу розкладання вуглеводнів.

5. Набули подальшого розвитку науково-методичні підходи біотестування та біоіндикації для екологічного моніторингу територій, що знаходяться під впливом нафтових забруднень; методичні підходи щодо поводження з нафтовмісними відходами, зокрема, щодо використання комплексних біологічних методів обробки ґрунтосумішей концентрацією понад 50 г/кг нафтопродуктів та загальні підходи використання мікроорганізмів роду *Bacillus* для біоремедіації нафтових забруднень;

Практична цінність роботи полягає у розробці методу рекультивації забруднених нафтою територій та розробці нового біопрепарату, який дозволяє пришвидшувати відновлення природного стану ґрунтів.

Практична цінність одержаних здобувачем результатів підтверджується актами впровадження результатів досліджень, а саме, результати дослідження були використані для створення технології біоремедіації з розробкою комплексного біопрепарату-деструктору нового покоління «БіоФульво», а також передані підприємству ТОВ НВП «КАРАТ-БІО» з метою подальшого впровадження для проектування технологічної схеми біоремедіації полігону складання нафтовмісних шламів (акт впровадження від 15.04.2023 р.). Одержані результати дослідження впроваджено у навчальний та науковий процес кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова у дисципліни «Впровадження новітніх технологій утилізації відходів», «Сучасні методи екологічних досліджень» та «Біологічні методи захисту довкілля» (акт впровадження від 30.08.2023 р.).

Аналізуючи наукові праці здобувача, варто зазначити, що основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 14 наукових працях, із яких: 4 статті, зокрема, 2 статті у наукових фахових виданнях із переліку МОН України, 2 статті у зарубіжних наукових періодичних виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних (Scopus і Web of Science), 1 розділ монографії та 9 матеріалів доповідей у збірниках праць конференцій. В опублікованих роботах автором в повному обсязі висвітлені основні наукові положення, результати та висновки дисертації. Наукові положення та результати досліджень, що отримані здобувачем, проходили апробацію та доповідалися на наукових конференціях різного рівня, як національного, так і міжнародного.

Оцінка змісту дисертаційної роботи, її завершеності.

Дисертація Недороди Владислава Миколайовича є **завершеною науковою роботою**, яка складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладені на 187 сторінках, із яких основний текст становить –136 сторінок. Матеріали дослідження проілюстровано 41 рисунком та подано у 19 таблицях. Список використаних джерел містить 239 найменувань розмішених на 25 сторінках. Кількість додатків –3 на 6 сторінках.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність і значущість роботи.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дисертації, сформульовано мету та основні завдання, визначено об'єкт та предмет дослідження, описані наукова новизна та практична цінність одержаних результатів, зазначено особистий внесок здобувача, наведені дані про структуру й обсяг роботи.

У першому розділі автором проаналізована еколого-техногенна проблематика утворення та поводження з нафтошламовими відходами, а саме: дано загальну характеристику відходам нафтогазового видобування, зазначене техногенне навантаження на довкілля під час експлуатації свердловин, транспортування нафти та нафтопереробки, проведено критичний аналіз існуючих методів поводження з нафтовмісними відходами та факторів, які впливають на ефективність біологічної обробки нафтового шламу. На основі проведеного аналізу сформовано та обґрунтовано напрям, цілі та завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі дисертації описані схема проведення експериментальних досліджень, обрані методи й методики та способи оброблення одержаних результатів, наведена характеристика матеріалів та обладнання, що застосовувались у ході експериментів.

Третій розділ присвячено результатам експериментальних досліджень з визначення найбільш ефективної робочої концентрації біопрепарату, а саме у результаті аналізу даних отриманих у ході проведеного дослідження з використанням зразків штучно забрудненого ґрунту з концентрацією нафти від 4% до 16% та використанням у якості біотесту рослини *Raphanus sativus* var. *sativus*, доведено позитивний вплив внесення біопрепарату на фітотоксичність протестованих зразків. Обґрунтовано взаємозв'язок між морфометричними параметрами рослин, рівнем нафтового забруднення ґрунту та концентрацією експериментального біопрепарату.

У четвертому розділі дисертації автором теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність застосування добрив на основі

фульвокислот у якості біостимулятора у комплексі з бактеріальним препаратом. Ефект біопрепарату у комбінації з добривами дозволив знизити фітотоксичність з 70,27% до 36,81%. Здобувачем представлено результати хроматографічного аналізу фракційного складу ґрунту які додатково підтверджують ефективність комбінованого застосування добрив та препарату.

У п'ятому розділі дисертації Недородою В. М. розроблено та удосконалено основні технологічні етапи біоремедіації нафти та нафтопродуктів, представлено інноваційні пропозиції щодо оптимізації технології біоремедіації з урахуванням особливостей протестованого експериментального біопрепарату, такі як облаштування ділянки, умови висадження рослин, можливість перемішування ґрунтосуміші, використання і рециркуляція добрив, моніторинг системи, вологість, температура, аерація та повторне використання ґрунту для збільшення ефективності технології.

У шостому розділі оцінено еколого-економічний ефект від впровадження запропонованої технології захисту довкілля за рахунок економії на сплаті екологічного податку. Розраховано еколого-економічну ефективність розробленої технології з урахуванням капітальних та експлуатаційних витрат на реалізацію проекту.

Висновки повною мірою відповідають поставленій меті та завданням дисертаційної роботи та чітко і логічно витікають з проведених наукових досліджень.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях дисертанта, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, наказ № 40 від 12.11.2017. Мова і стиль викладання дисертації точно та чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації:

1. На стор. 66 автором стверджується, що «Дослідження впливу соломи як меліоранту на процес біодеградації нафтопродуктів проводилось впродовж такого ж періоду за тих самих умов НПС, як і в попередніх експериментах». Варто було б указати умови експерименту, бо у попередніх дослідженнях умови проведення окремих дослідів дещо різнилися.

2. На рисунку 5.1, стор. 123 наведена загальна схема ділянки, причому у пункті 10 зазначено систему очищення повітря. Які саме методи очищення

відхідних газів передбачається використовувати для запропонованої у дисертації технології біоремедіації нафтошламу?

3. На стор. 96 автор зазначає, що «чутливість рослин до токсичності нафтошламу виявлялася різних етапах онтогенезу: в одних - на стадії сходів, в інших - через місяць-півтора культивування». Чим можна пояснити таку варіацію чутливості рослин на різних стадіях онтогенезу?

4. На стор. 116 вказано, що «виходячи із результатів хроматографії ґрунту, можна зробити висновок, що відсутність розгалуженої кореневої системи знижує загальну ефективність біодеструкторів. Тому для стимулювання росту використовувалися органічні добрива на основі фульвокислот». Фульвокислоти використовувалися для стимулювання росту рослини, чи стимулювання розгалуження кореневої системи, чи для посилення процесів біодеградації нафтових вуглеводнів?

5. У п.2.1.4 та 4.2 запропоновано використовувати соломку в якості меліоранта. Варто було б розглянути і інші природні матеріали та, особливо, певні відходи промислових та сільськогосподарських виробництв, що можуть покращити якість ґрунту та умови культивування біопрепарату.

6. В таблиці 6.1 при описі цін та вартості робіт як розділовий знак використовується кома в одних випадках для опису вартості у копійках, а у інших випадках для розділу на тисячі та мільйони. Наприклад «Кронштейни для балок» – 1768,48 грн, «Різьбові з'єднання» – 1799,4 грн, «ПДВ» – 736,630 грн, з чого незрозуміло чи ПДВ 736 тисяч чи 736 грн?

Зазначені зауваження не знижують наукову цінність роботи та отриманих дисертантом результатів і не носять принципового характеру. Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Загальні висновки до дисертації.

У цілому, дисертаційна робота Недороди В. М. «Інноваційна технологія біоремедіації нафтозабруднених ґрунтів із застосуванням мікробіологічних консорціумів» є завершеною науковою працею, що спрямована на отримання нових науково обґрунтованих теоретичних та експериментальних результатів, які в сукупності є значущими для поліпшення стану навколишнього природного середовища. Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам п. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а дисертант – Недорода Владислав

Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Офіційний опонент:

професор кафедри екології, хімії та технологій
захисту довкілля Вінницького національного
технічного університету

доктор технічних наук (21.06.01), професор

Роман ПЕТРУК

