

Відгук
офіційного опонента, д.т.н. Ольховика Юрія Олександровича на
дисертаційну роботу Петрука Романа Васильовича за темою
«НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ФОРМ
ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ
НЕПРИДАТНИХ ПЕСТИЦИДІВ ТА ПЕСТИЦИДВМІСНИХ
ВІДХОДІВ»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека

Для опонування було надано автореферат на 44 сторінках та дисертацію повним обсягом 345 сторінок, яка складається з анотації, вступу, семи розділів, 7 додатків, 66 рисунків, 42 таблиць і 310 посилань на використані джерела. Дисертацію виконано на кафедрі екології та екологічної безпеки Вінницького національного технічного університету та кафедрі екологічної безпеки та природоохоронної діяльності Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України.

Актуальність теми дисертації. Відсутність на загальнодержавному рівні ефективної системи поводження з небезпечними відходами агрохімії, зокрема, непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами призводить до забруднення довкілля і відповідно до підвищення ризиків для здоров'я населення і зниження рівня екологічної безпеки. Наукове обґрунтування оптимальних технологій утилізації непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів є важливою складовою системи інтегрованого управління екологічною безпекою, що пов'язано з вирішенням комплексу екологічних проблем агрокомплексу країни. Безумовно, оптимізація системи державного управління екологічною безпекою непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів, а також обґрунтування оптимальних методів та засобів оцінювання впливу непридатних пестицидів на людину і довкілля, вибору та вдосконалення ефективних технологій їх утилізації є важливою і актуальною проблемою.

У зв'язку з цим, вибрана тема дисертаційної роботи та задачі дослідження є актуальними та перспективними для подальших науково-технічних розробок.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження по дисертаційній роботі здійснювались відповідно «Основним засадам (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року» у рамках проведення держбюджетних науково-дослідних робіт Вінницького національного технічного університету «Розроблення заходів

екологічної безпеки у сфері поводження з небезпечними відходами та дослідження їх впливу на водні об'єкти із використанням біосенсорних технологій» у 2018–2020 р. (держреєстраційний № 0118U000208), «Поводження з небезпечними відходами у Австрії та Україні на прикладі побутових хімічних джерел струму» у 2019 р. (держреєстраційний № 0119U002869), а також ряду госпдоговірних науково-дослідних робіт у сфері дослідження небезпечних компонентів побутових і промислових відходів ((№ держреєстрації 0113U001253 (2013 р.), 0114U005589 (2014 р.), 0115U003861 (2015 р.), 0116U004396 (2016 р.), 0116U004413 (2016 р.), 0116U005485 (2016 р.), 0117U006701 (2017 р.)), у яких дисертант був відповідальним виконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наведені в дисертаційній роботі наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації викладені в логічній послідовності, є достатніми і належним чином обґрунтованими. Для їх отримання автором проаналізовано і узагальнено світовий досвід, вдосконалено математичні моделі техногенно-антропогенних ризиків і безпечних маршрутів при транспортуванні непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів, удосконалено комплексний метод відновлення забруднених пестицидами ґрунтів, оптимізовано систему інтегрованого управління екологічною безпекою і поводження з непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами, проведено експериментальні дослідження та розроблено науково-методичні рекомендації щодо застосування різних методів утилізації непридатних пестицидів, безпечного їх транспортування, поводження з забрудненими ґрунтами, складами та їх конструкціями, тарою тощо. Основні висновки відповідають змісту роботи і логічно впливають із суті роботи та проведених теоретичних і експериментальних досліджень.

Достовірність результатів досліджень забезпечується коректністю постановленої задачі, точністю використаних приладів та задовільною збіжністю теоретичних розрахунків з результатами експериментальних досліджень. Крім того, вона підтверджується декількома актами впровадження, які наведені у Додатках до роботи.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці та науковому обґрунтуванні оптимальних форм інтегрованого управління екологічною безпекою при поводженні з непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами, які забезпечують суттєве зменшення їх негативного впливу на людину і довкілля.

Проаналізувавши матеріали дисертаційної роботи необхідно відзначити

наукову новизну таких результатів:

1. Уперше розроблено науково-методологічні основи інтегрованого управління екологічною безпекою і поводження з непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами, суть яких зводиться до розробки оптимізованої системи, яка включає управлінські інтегровані дії до усіх компонентів цих відходів, що дозволяє суттєво підвищити екологічну безпеку забруднених територій.

2. Уперше встановлено ефективність та екологічну доцільність використання реагентних методів, зокрема, методу лужного гідролізу, порівняно з термічними методами переробки (знешкодження) залишків непридатних пестицидів, які дозволяють отримувати вторинну сировину, зменшити їх токсичність та шкідливий вплив на людину та довкілля.

3. Уперше, на підставі результатів спектрометрії, встановлено падіння рівня токсичності непридатних пестицидів з отриманням безпечних продуктів при нагріванні до температури 300-400 °С, що дозволяє замінити високотемпературні та плазмові методи знешкодження забрудників на низькотемпературні, які є менш енергозатратними.

4. Удосконалено методологію управління та обґрунтовано моделі техногенно-антропогенних ризиків і безпечних маршрутів при транспортуванні непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів, що дозволяє оптимізувати перевезення небезпечних відходів, а також оцінити можливі зони ураження та небезпечний вплив на населення і довкілля у разі аварійних ситуацій.

5. Удосконалено комплексний метод відновлення забруднених пестицидами ґрунтів, який базується переважно на біодеградації пестицидів з використанням резистентних мікроорганізмів, рослин-гіперакумуляторів, ефекторів фітоекстракції та стимуляторів росту.

6. Набув подальшого розвитку метод розрахунку рівня токсичності пестицидів та продуктів їх переробки, який дає можливість визначити найбільш токсичні забрудники та більш ефективні методи їх переробки і отримання з них безпечних вторинних продуктів.

7. Набуло подальшого розвитку застосування методу біоіндикації при дослідженні залежності фітотоксичного ефекту різних пестицидних препаратів за пригніченням морфометричних показників досліджуваних рослин, що дозволяє оцінити рівень їх токсичності та небезпечного впливу на довкілля.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці засобів і методів знешкодження та утилізації небезпечних відходів, а саме мобільного технологічного комплексу для термічного та реагентного

знешкодження непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів; методики ідентифікації неопізнаних сумішей непридатних пестицидів та інших небезпечних речовин; застосуванні квантово-хімічних розрахунків оптимальних схем лужного гідролізу при знешкодженні непридатних пестицидів; досліджено вплив непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів на теріофауну, водні екосистеми, здоров'я дитячого населення України; розроблено оптимальні форми інтегрованого управління екологічною безпекою місць зберігання залишків непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів, тари, ремедіації і відновлення забруднених ґрунтів, а також ризиків транспортування пестицидів. Результати дисертаційної роботи впроваджені у Департаменті агроєкології та природних ресурсів Вінницької облдержадміністрації, Державній екологічній інспекції Вінницької області, Басейновому управлінні водних ресурсів Вінницької області, ПП «ІнтерЕко», ТОВ «Подільська Січ». Крім того, вони використовуються у навчально-методичному процесі Вінницького національного технічного університету при підготовці студентів за спеціальностями 101 – Екологія та 183 – Технології захисту навколишнього середовища, про що є відповідні акти у додатках до дисертації.

Повнота викладу наукових положень в опублікованих працях.

За темою дисертації опубліковано 71 наукова праці, в тому числі розділи у 5 монографіях, 20 статей у наукових фахових виданнях України, 6 публікацій у виданнях, що індексуються наукометричними базами даних, серед яких 6 статей, що індексуються у НМБ Scopus, 4 патенти України на корисну модель, 6 підручників та навчальних посібників, 30 тез на міжнародних конференціях. Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації відповідають вимогам Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України. Обсяг друкованих праць та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Наведений у публікаціях матеріал повною мірою відображає основні результати та обґрунтовує наукові положення дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Варто відзначити достатність оприлюднення основних результатів. Апробація результатів роботи проводилась на 22 наукових конференціях різного рівня.

Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації. Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені в дисертації дослідження та положення, основні наукові результати та висновки.

Структура та зміст роботи. Дисертаційна робота Петрука Р.В. є

завершеною науковою працею і складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел (310 найменувань) та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 345 сторінки, робота містить 66 рисунків і 42 таблиці.

Загальна характеристика роботи.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено її зв'язок із науковими програмами, планами і темами, сформульовано наукову проблему, ідею, мету та задачі досліджень, визначено наукову новизну й практичну цінність одержаних результатів, детально розкрито особистий внесок здобувача, наведено дані щодо наукових публікацій та апробації результатів, структури та обсягу роботи.

У **першому розділі** досліджено стан державної системи управління екологічною безпекою та вітчизняного законодавства у сфері поводження з непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами. Наведена класифікація пестицидних препаратів та здійснено аналіз їх фізико-хімічних характеристик. Проаналізовано також їх токсикологічні характеристики та вплив на людину і довкілля. Здійснено аналіз хімічних загроз екологічній безпеці України та, зокрема, Вінниччини. При цьому встановлено, що загрозу для довкілля і людини спричиняють безхозні та занедбані склади та сховища отрутохімікатів, забруднення ґрунтів поблизу місць зберігання пестицидних препаратів, а також водних горизонтів підземних вод тощо. В результаті аналізу сучасного стану державної системи управління та поводження з непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами, а також законодавства у цій сфері обґрунтована тема дисертаційної роботи та сформульовані ідея, мета, основні її завдання, які направлені на запобігання забрудненню довкілля непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами.

Зауваження до розділу 1.

- Нелогічно сформульовано назву Таблиці 1.1 – Законодавча база ЄС про поводження з відходами, яка відповідає Закону України «Про відходи». З огляду на прийняття у вересні 2014 року Закону України «Про ратифікацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами» положення актів Європейського Союзу повинні бути перенесені до національної системи України. Тому таблиця має продемонструвати відповідність вимог Закону України «Про відходи» законодавчій базі ЄС, а не навпаки.

- Таблиця 1.2 Не вказані одиниці виміру показника ЛД50
- На сторінках 49-53 надано детальний опис СОЗ на прикладі а)

ПХДД (поліхлоровані дибензодіоксини) б) ПХДФ (поліхлоровані дибензофурані) в) ПХБ (Поліхлоровані біфеніли), але в подальшій роботі розглядаються лише сірко- та фосфорвмісні пестициди

- Рис. 1.5 – не наведений показник на вертикальній осі. Водночас таблиця 1.6 повністю дублює інформацію, наведену на рис.1.5

- Висновки до розділу 1. Видається невдалим застосування виразу «ВСТАНОВЛЕНО» у висновках 2 і 3. Більш доречним було б використання виразу «НАВЕДЕНО», адже показники та класи небезпеки отрутохімікатів, як і механізми токсичного впливу СОЗ на живі системи з утворенням діоксинів встановлено не здобувачем.

У **другому розділі** розроблена логічно-структурна схема методології дисертаційних досліджень непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів. Оскільки непридатні пестицидні препарати являють собою суміші неідентифікованих речовин, то важливим етапом досліджень та вибору оптимальних методів утилізації є процес ідентифікації діючих речовин, а також аналітичний контроль їх залишкових концентрацій. Для цього дисертантом використані такі методи контролю та визначення пестицидів, як методи тонкошарової, газової та газорідної хроматографії, а також інфрачервоної спектрометрії. Для біотестування забруднених непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами територій та водних об'єктів використано тест-об'єкт мікроводорості (хлорела (*Chlorella vulgaris*) та сценедесмус (*Scenedesmus subspicatus*)), а також макрофіти (ряска мала (*Lemna minor*)). Розроблено методику розрахунку екотоксу пестицидів, яку можна використовувати для заміни пестициду на більш безпечний, а також для визначення найбільш небезпечних впливів, зокрема непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів, з метою їх мінімізації та усунення шкоди для довкілля та людини.

Зауваження до розділу 2.

Розглянуто різні способи визначення екотоксикологічних параметрів пестицидних препаратів, їхні переваги і недоліки. Але такі розрахунки здобувачем визначені як методи розрахунку екоризиків. За ДСТУ 2156-93 «екологічний ризик – ймовірність негативних наслідків від сукупності шкідливих впливів на навколишнє середовище, які спричиняють незворотну деградацію екосистеми». Запропонована методика спрощеного розрахунку екотоксів дозволяє швидко й ефективно визначати відносну екологічну небезпеку різних хімічних впливів на довкілля, але не є способом розрахунку екологічного ризику хоча б тому, що не враховують ряд факторів – наприклад канцерогенність чи мутагенність речовини.

У **третьому розділі** здійснено дослідження впливу отрутохімікатів та

інших небезпечних речовин на живі системи і довкілля. В першу чергу, це вплив забруднення довкілля непридатними пестицидами та пестицидвмісними відходами на здоров'я дитячого населення України. Шляхом екологічного районування підтверджено вплив на здоров'я дитячого населення наявності сховищ непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів. Крім того, виконано експериментальні дослідження впливу непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів на теріофауну України. На прикладі зайця-русака здійснено кореляційний аналіз обсягів внесених пестицидів та мінеральних добрив. Обґрунтовано фітотоксичний ефект непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів за допомогою біоіндикації, зокрема, з використанням генетично однорідних представників цибулі звичайної та редису.

Зауваження до розділу 3

- Автор зазначає, що «отримавши масив даних про стан функціонального здоров'я дитячого населення певної території та усереднену інформацію про відхилення вегетативної нервової системи, можна проводити аналіз можливих екологічних загроз території і її ступінь екологічної порушеності (стор.91). Для ефективного використання і аналізу даних функціонального здоров'я населення певної території варто використовувати географічну прив'язку кожного випадку дослідження». Однак в роботі не наведено розподілу відхилень вегетативної нервової системи 14304 дітей різних статево вікових груп за адміністративно-територіальними одиницями Вінницької області, що не дозволяє встановити пряму кореляцію між захворюваністю дітей (таблиці 3.5 і 3.6) і даними щодо порушень вегетативного гомеостазу у дітей. Це означає, що аналіз даних функціонального здоров'я дитячого населення за показниками відхилень вегетативної нервової системи як індикатор екологічних загроз певної території здобувачем не проведений у повній мірі.

- Стор.115-116 – текст містить невдале речення: «засіб мультиспектрального вимірювання параметрів забруднення водних середовищ, який використовує опосередковане вимірювання параметрів забруднення водних середовищ за допомогою регресійних рівнянь, що пов'язують ці параметри з результатами вимірювань яскравості...»

- Не досить чітко викладені умови отримання експериментальних даних щодо визначення токсичності проб води з наявністю препарату Раундап методом біотестування з використанням тест-об'єкту культури водорості хлорела

- Зміст розділів 3.5.1 і 3.5.2 не в повній мірі відповідає їх назві

У четвертому розділі подано результати аналізу та досліджень

сучасних методів і засобів знезараження та переробки непридатних пестицидів та інших отрутохімікатів. При цьому здійснено також аналітичні дослідження фізико-хімічної стійкості пестицидів. Обґрунтовано, що в умовах України найбільш ефективним процесом знезараження непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів є спалювання у обертових барабанних печах. Крім цього, здійснено аналіз особливостей термічного знешкодження рідких пестицидів, запропоновано рідкі горючі відходи застосовувати як додаткове паливо для знешкодження негорючих відходів.

Крім того, досліджено низькотемпературну деструкцію сірко- та фосфорвмісних пестицидних препаратів на прикладі Диметоату, Фозолону та Гліфосату. Дослідження здійснювались при температурі 300-400°C термогравіметричним методом, а продукти реакції аналізувались з допомогою ІЧ-спектроскопії. Експериментально встановлено, що у окремих випадках низькотемпературний термоокислювальний метод може бути використаний для знешкодження непридатних пестицидів замість високотемпературних енергозатратних технологій. На думку опонента цей результат має безпосереднє практичне значення для створення ефективних і недорогих установок утилізації деяких пестицидів.

Вперше сформульовано принцип вибору оптимального методу знешкодження непридатних пестицидів в залежності від частки діючої речовини у суміші пестицидного препарату, коли використовується або термічне знешкодження, чи реагентні методи, зокрема, лужного гідролізу з отриманням вторинних продуктів.

Зауваження до розділу 4.

таблиця 4.1 – автор стверджує, що «за рівнем маси утвореного шлаку (при термічній обробці пестицидів) він суттєво менше відносно початкового значення мас», однак саме початкове значення не наведене, що впливає на достовірність зазначеного висновку.

У **п'ятому розділі** автор надав результати розробки оптимальних форм інтегрованого управління екологічною безпекою місць зберігання залишків непридатних пестицидів, тари і упаковки та ремедіації, рекультивації і відновлення забруднених пестицидами ґрунтів. Запропоновані екологічно безпечні фіторемердіаційні методи відновлення забруднених непридатними пестицидами ґрунтів. Комплексний метод базується переважно на біодеградації непридатних пестицидів з використанням резистентних мікроорганізмів та фіторемердіації рослинами гіперакумуляторами з можливим залученням ефекторів фітоекстракції та стримуляторів росту з допомогою азотфіксуючих бактерій у поєднанні, наприклад, з квасолею, соняшником, полином тощо. Здійснена оцінка відносної екологічної

небезпеки органічних забруднювачів за допомогою удосконаленого методу екотоксів, який дає можливість встановити рівень токсичності та найбільш оптимальні з точки зору їх використання ПП.

Зауваження до розділу 5.

- виходячи із наведеної у таблиці 5.5 загальної вартості відновлювальних робіт для ділянки складів 179800 грн на 1 га і наведеної автором загальної площі складів 6000 га загальна вартість рекультиваційних робіт складе майже 1100 млн.грн, що значно перевищує оцінку витрат, що задекларована автором

- На стор.196 наведено незрозуміле твердження: «Процедура потрібного промивання тарного пластику доводить, що вміст пестицидів у водно-емульсійних екстрактах після ополіскування бочок і контейнерів складають від 99 % до 100 %»

- На думку опонента розділ 5.4 слід було б доповнити матеріалами щодо поводження з тарою для довгострокового зберігання пестицидів

- З огляду на надання значень персистентності з точністю до другого знаку розрахунок екотоксів в таблиці 5.10 до шостого знаку не має сенсу.

У **шостому розділі** надані результати розробки методології оптимальних форм управління при транспортуванні непридатних пестицидів та небезпечних речовин і вантажів, а також представлені удосконалені моделі техногенно-антропогенних ризиків при транспортуванні небезпечних відходів. Запропонована та удосконалена здобувачем методологія дозволяє передбачити можливі загрози і негативні наслідки для окремих людей і для соціальних груп населення, що опиняться в зоні ураження, а також усунути їх і управляти відповідними ризиками, наприклад, змінивши маршрути, технічні засоби, види транспорту тощо.

У **сьомому розділі** розроблено науково-обґрунтовані рекомендації щодо вдосконалення системи управління і поводження з непридатними пестицидами із застосуванням принципів відповідності засадам економіки замкненого циклу та концепції сталого (збалансованого) розвитку, а також ієрархії управління відходами, яка базується на пріоритеті запобігання утворенню відходів та повторного їх використання або рециклінгу, системності і спланованості, розширеної відповідальності виробника, інтеграції у ринок відходів ЄС та інші. Крім того, подається розгорнута схема оптимізованої системи інтегрованого управління екологічною безпекою НП та ПВВ, а також етапи та послідовність відповідних управлінських дій як з боку держави, так і на регіональному рівні.

Зауваження до розділу 7

- З огляду на необхідність внесення змін у національне законодавство про відходи у зв'язку із імплементацію Угоди про асоціацію між Україною і ЄС, шляхи гармонізації вимог Директив передбачають перегляд, а не перейменування відповідних нормативних документів, як це зазначено на стор.227.

- На стор.238 зазначено «В результаті знешкодження звільняються близько 600 га земель (лише у Вінницькій області), раніше зайнятих складами з пестицидами і їхніми санітарно-захисними зонами», тоді як у попередніх розділах зазначена площа 6000 га.

Висновки детально та логічно відображають хід розв'язання поставлених у роботі завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження, які достатньо повно характеризують науково-практичні досягнення дисертанта.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, Наказ № 40 від 12 листопада 2017 року. Мова і стиль викладання дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та автореферату:

- Наявність у тексті граматичних помилок, невідповідність деяких літературних посилань

- У висновках не знайшло свого відображення вирішена пошукачем задача щодо обґрунтування застосування оптимальних методів і засобів знешкодження, переробки та утилізації НП та ПВВ та розробки схемотехнічної структури мобільних технологічних комплексів для термічного та реагентного знешкодження НП та ПВВ

- Дисертаційна робота включає 7 додатків, розміщених на 57 сторінках, однак у тесті роботи присутнє посилання лише на додаток Е «Акти впровадження».

Зауваження не відносяться до принципів і не впливають на цілком позитивне сприймання роботи.

Дисертацію та автореферат викладено у логічній послідовності сучасною українською науково-технічною мовою із застосуванням загальноприйнятої термінології. Графічний матеріал виконано якісно, він повною мірою ілюструє наведені в дисертаційній роботі наукові положення та висновки.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Петрука Р. В. «Наукове обґрунтування

оптимальних форм інтегрованого управління екологічною безпекою непридатних пестицидів та пестицидвмісних відходів» повністю відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека.

Дисертація є завершеною науковою працею, в якій вирішено важливу проблему наукового обґрунтування оптимальних форм інтегрованого управління екологічною безпекою у сфері пестицидвмісних відходів, що є підґрунтям ефективного забезпечення їх екологічної безпеки. Вона має беззаперечні наукову новизну, практичну цінність, пізнавальну якість і може бути використана та її результати уже частково використовуються у галузі екологічної безпеки, технологій захисту навколишнього середовища, у агрохімії, у діяльності державних органів і недержавних структур природоохоронної сфери.

У цілому, робота Петрука Р.В. виконана на рівні вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук відповідно п.п. 9, 10, 12-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами, а здобувач Петрук Роман Васильович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,
завідувач відділу Державної Установи
«Інститут геохімії навколишнього
середовища НАН України»,
д.т.н.

Ю.О. Ольховик

Підпис д.т.н. Ольховика Ю.О. засвідчую
Учений секретар
ДУ ІГНС НАН України, к.т.н.



Ю.В. Литвиненко

*Відгук офіційного опонента д.т.н.
Ольховика Ю.О. надіслано до
сесії ради № 26.880. ст. 07.09.2020*

Голова сесії ради ДСР ІГНС НАН України



Сермаєв В.