

ВІДГУК

**офіційного опонента, доктора технічних наук, професора
Павличенка Артема Володимировича на дисертаційну роботу
Піндера Володимира Федоровича «Рекультиваційні заходи зниження
техногенного впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека**

Актуальність теми дисертації. Вугільна галузь відіграє важливе значення в забезпеченні енергетичної безпеки України. Але багаторічний видобуток вугілля супроводжується виникненням значних негативних наслідків для навколишнього середовища як в межах окремої шахти, так і на територіях вугледобувних регіонів. Для цих територій характерними є порушення стійкості масиву гірських порід, деформація, просідання та заболочування земельних угідь, забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, водних ресурсів. Високі рівні забруднення компонентів навколишнього середовища на територіях, де функціонують вугільні шахти, викликають погіршення умов проживання населення.

Експлуатація шахт призводить до формування найбільших за масштабами змін та порушень в навколишньому середовищі, які в подальшому підсилюються та призводять до деградаційних змін і втрати можливостей об'єктів довкілля до самоочищення та відновлення. Крім того, подальша ліквідація гірничих підприємств лише посилює негативний вплив процесів вуглевидобутку на довкілля і виникнення депресивних постгірничопромислових територій. Це потребує своєчасного впровадження ефективних та дієвих технологічних рішень, що забезпечать своєчасне попередження негативних змін та повернення цих територій для подальшого використання.

У зв'язку з цим, дисертаційна робота, присвячена обґрунтуванню наукових засад попередження виникнення трансформуючих чинників девастрованих ландшафтів вуглевидобування та покращенню екологічної ситуації у вугледобувних регіонах, є актуальною.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності.

Метою дисертаційної роботи є встановлення ландшафто-трансформуючих чинників фітомеліоративних процесів та екологічних умов протікання піонерної сукцесії за участю *Pinus sylvestris* L. на поверхні породних відвалів вугільних шахт Малоого Полісся.

Об'єкт дослідження – природна фітомеліорація за участі сосни звичайної в умовах девастрованих ландшафтів вуглевидобування Малоого Полісся.

Предмет дослідження – фітомеліоративна ефективність, екологічний стан, едафо-кліматичні, мікрокліматопічні чинники росту і розвитку, фізіологічна стійкість та фітогенне поле сосни звичайної на поверхні і в зоні впливу породних відвалів вугільних шахт.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі завдання:

- проведено аналіз наукових джерел щодо екологічної ситуації у вуглевидобувних регіонах;
- встановлено причини та наслідки зростання рівня екологічної небезпеки внаслідок складування відвальної породи на відкритому просторі;
- з'ясовано едафо-кліматичні умови Малого Полісся у зв'язку з потребою фітомеліорації девастрованих ландшафтів вуглевидобування;
- встановлено екологічні особливості протікання піонерної сукцесії за участю *Pinus sylvestris* L. на поверхні породних відвалів вугільних шахт;
- встановлено фізіологічну стійкість *Pinus sylvestris* L., яка розвивається на поверхні породних відвалів вугільних шахт;
- вивчено особливості міграції небезпечних речовин у гідросферу, літосферу, атмосферу під час експлуатації породних відвалів вугільних шахт;
- встановлено екологічні особливості формування фітогенних полів *Pinus sylvestris* L. на поверхні породних відвалів вугільних шахт;
- з'ясовано фітомеліоративну ефективність *Pinus sylvestris* L. на поверхні породних відвалів вугільних шахт;
- запропоновано шляхи підвищення якості довкілля за участі сосни звичайної у зоні впливу породних відвалів вугільних шахт.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки на період до 2020 року за п. 4 розділу «Раціональне природокористування». Робота виконана в контексті основних положень Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», «Гірничого Закону України», Закону України «Про відходи», Постанови Верховної Ради України «Про стан виконання законодавства у сфері поводження з відходами в Україні та шляхи його вдосконалення», Постанови Кабінету Міністрів України «Про додаткові заходи щодо вдосконалення системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини», Розпорядження Кабінету Міністрів України «Концепція реформування та розвитку вугільної промисловості на період до 2020 року», Розпорядження Кабінету Міністрів України «Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність».

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи складає 248 сторінок, з яких 198 сторінок основного тексту з 22 таблицями та 98 рисунками по тексту; список використаних джерел (201 найменування) розміщено на 22 сторінках; 5 додатків займають 28 сторінок.

Аналіз основного змісту, наукової новизни, практичної значимості достовірності та обґрунтованості отриманих результатів.

У вступі наведено актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено наукову новизну й практичне значення одержаних результатів, наведено відомості щодо публікацій результатів дисертаційних досліджень та їх апробації, структуру й обсяг роботи.

У першому розділі «Екологічна небезпека та особливості фітомеліорації девастрованих ландшафтів» наведено аналіз літературних джерел та визначено основні екологічні та техногенні наслідки багаторічного функціонування підприємств вугледобувної галузі. Визначено основні види негативного впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля на різних етапах життєвого циклу та встановлено основні причини горіння териконів й ефективність способів їх гасіння.

Проаналізовано досвід проведення біологічної рекультивації на порушених землях урбанізованих територій (золівдвалах і шламонакопичувачах), що дозволило встановити, що для формування стійкого біоценозу на породному відвалі необхідно підбирати деревні породи з урахуванням лісорослинних умов, які є кислото-, соле-, посухостійкими, а також невимогливими до ґрунтового живлення. У зв'язку з цим необхідна розробка ефективних технологій біологічної рекультивації з використанням методів і способів меліорації. Значною перешкодою для ефективного відновлення девастрованих територій є процес самозаймання териконів. При цьому відбувається гальмування процесу фітомеліорації через вигорання саджанців порід дерев; виникнення завалів, зсувів; підвищення температури навколишнього середовища; шкідливі викиди пилу та газів у атмосферу; велику концентрацію небезпечних хімічних сполук у довкіллі, що становить небезпеку для населення.

Наявність значних площ нерекультивованих земель, що з'явилися за останні десятиліття в Нововолинському гірничопромисловому районі, обумовлює необхідність вивчення темпів і механізмів самозаростання техногенних відвалів гірських порід. Запропоновано класифікацію меліорацій, використовуваних на біологічному етапі рекультивації порушених земель. Встановлено, що застосування різних видів меліорацій, що реалізуються проведенням меліоративних заходів, які у свою чергу виконуються відповідними способами, забезпечує формування культурного ландшафту на рекультивованій території.

Використання потенціалу перетворювальної функції адаптованих рослинних угруповань дає змогу значно знизити інтенсивність процесів денудації техногенних субстратів, ініціювати в них ґрунтоутворювальні процеси. Новоутворені компоненти молодих геосистем розглядаються як недорозвинені, примітивні, унікальні, проте їх еколого-біосферні функції достатньо не вивчені та недооцінені. Підбір порід для рекультиваційних робіт повинен проводитися з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, рельєфу місцевості, інтенсивності ерозійних процесів та базуватися на таких якісно важливих характеристиках видів, як олігонітрофільність, солестійкість і

посушійкість. Породи повинні бути обов'язково аборигенними і за своїм видовим складом подібними до зростаючих в близьких до відвалів лісових масивах.

У другому розділі «*Методи і технології фітомеліоративних досліджень*» сформульовано мету та задачі досліджень, обґрунтовано необхідність удосконалення наукових підходів з підвищення рівня екологічної безпеки породних відвалів вугільних шахт.

Встановлено, що наявність на земній поверхні діючих териконів та териконів із завершеним експлуатаційним циклом супроводжується частими зсувами на схилах, просіданням земної поверхні, неорганізованим відведенням стоків і підтериконових вод, горінням породи тощо. Наведено характеристики полігонів експериментальних досліджень стану *Pinus sylvestris* L., яка зростає на поверхні терикону ЦЗФ «Червоноградська»; біля підніжжя терикону ЦЗФ «Червоноградська»; на відстані 100 м від підніжжя ЦЗФ «Червоноградська»; на відстані 2 км від підніжжя ЦЗФ «Червоноградська» (контроль); на поверхні шахти №3 м. Червоноград; біля підніжжя шахти №3 м. Червоноград; 100 м від підніжжя шахти №3 м. Червоноград; на відкритій місцевості за 2 км від підніжжя шахти №3 м. Червоноград.

У розділі розроблено програму досліджень та наведено перелік методів, методик та об'єктів дослідження. Статистичну обробку даних проводили згідно з загальноприйнятими методиками. Також застосовувався кореляційний та регресійний аналіз з використанням прикладних програм Microsoft Excel 2010, Surfer, Mathcad.

У третьому розділі «*Едафо-кліматичні умови Малоого Полісся у зв'язку з потребою рекультивациі та фітомеліораціі порушених земель в зоні вуглевидобутку*» наведені характеристики едафо-кліматичних умов на території Малоого Полісся у зв'язку з потребою рекультивациі та фітомеліораціі порушених земель в зоні вуглевидобутку. Встановлено, що основним забруднювачем навколишнього середовища в межах Сокальського адміністративного району та Червоноградського промислового району є підприємства гірничої промисловості, які входять до складу державного підприємства «Львіввугілля» та ПАТ «Львівська вугільна компанія» (ЦЗФ «Червоноградська»).

Виробнича діяльність гірничодобувного комплексу призвела до значних змін ландшафту регіону: просідання поверхні землі в місцях відпрацювання вугільних пластів становить 2–4 метри; породні відвали займають загальну площу земель – 265,9 га, об'єм накопичених відходів в них становить понад 42 млн м³. Крім того, склади вугілля, ставки-накопичувачі, відстійники шахтних вод також є джерелом негативного впливу на компоненти довкілля.

Клімат Малопопільської низовини відноситься до атлантично-континентального типу. Грунтоутворюючі породи дуже різноманітні: найбільш поширені водно-льодовикові і давні алювіальні піски, менш поширені – мергель і лесовидні суглинки; по долинах річок – сучасні наноси з піщаних суглинків. Найбільш поширені дерново-слабопідзолисті піщані і супіщані ґрунти, а в понижених місцях – оглеєні. Встановлено, що залежно від ґрунтових

умов і рельєфу в даному лісогосподарському районі формуються різноманітні типи лісу, головним чином в сугрудових і суборевих типах лісорослинних умов. Едафо-кліматичні умови Малого Полісся сприятливі для розвитку сосни звичайної на поверхні породних відвалів вугільних шахт.

Четвертий розділ «Екологічна безпека умов місцезростань на породних відвалах вугільних шахт» присвячено розробці типології териконів вугільних шахт у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну для структуризації чинників екологічної небезпеки й ефективного запровадження заходів із підвищення рівня екологічної безпеки довкілля.

Під час польових обстежень відвалів шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну були виявлені терикони, які відрізняються один від одного за формою, площею, наявністю процесів горіння на поверхні, ступенем заростання рослинністю, наближеністю до населених пунктів, наявністю зсувів та просідань тощо. На основі проведених досліджень запропонована типологія териконів у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну, що передбачає 8 рівнів ієрархічного розподілу. За розміром терикони поділені на III категорії: великі (займають площу понад 10 га), середні (5–10 га), малі (0,3–5 га). За формою терикони бувають неправильної форми (терикони шахт «Великомостівська №2» та «Нововолинська №9») та правильної форми (рекультивовані терикони). Геометрична форма териконів порушується внаслідок виймання породи для потреб будівництва. У залежності від відсипання породи на терикони (за експлуатацією) вони розподілені на діючі та недіючі. Встановлено, що на діючих териконах відсутнє фітомеліоративне покриття внаслідок відсутності умов для розвитку фітоценозів. Недіючі терикони піддаються природній та штучній фітомеліорації. За порушенням поверхні внаслідок процесів ерозії та зсувів породи терикони розподілені на II типи. У залежності від такого розподілу терикони, на яких наявна ерозія та зсуви, потребують гірничотехнічного етапу рекультивації. Як завершальним етапом ієрархічного розподілу териконів вугільних шахт є необхідність проведення моніторингу стану довкілля гірничодобувного регіону.

За результатами польових досліджень на території зазначеного вуглевидобувного регіону встановлено, що процеси горіння породи протікають неоднаково та залежать від давності відсипання терикону, наявності технології складування, геометричних параметрів відвалів тощо. Процеси горіння відсутні на 2-х типах териконів – перегорілих (згаслих) та рекультивованих. Визначено типологію териконів вугільних шахт за наявністю процесів горіння на їх поверхні. Окрім териконів, які горять, забруднення довкілля відбувається і через згасаючі терикони діючих шахт.

Для встановлення екологічної небезпеки відвальної породи було здійснено фізико-хімічний аналіз за такими показниками: гідрокарбонати, хлориди, сульфати, нітрити, нітрати, фосфати, кальцій, магній, залізо загальне, амоній сольовий тощо. Встановлено, що практично за усіма показниками вміст небезпечних речовин у породі перевищує значення, які отримані у контролі.

Розроблено 2-D моделі поширення забруднюючих речовин в едафотобах породного відвалу Шахта №3 (м. Червоноград). Встановлено, що найбільш

забрудненими ділянками є поверхня та підніжжя породного відвалу, а забруднюючі речовини поширюються у радіусі до 180 м. Також здійснено 2-D моделювання просторового поширення забруднюючих речовин у зоні впливу породного відвалу ПАТ «Львівська вугільна компанія» (с. Сілець) та встановлено, що висока концентрація небезпечних речовин та сполук спостерігається у радіусі 200 м від підніжжя породних відвалів.

Підтериконові стічні води становлять значну техногенно-екологічну небезпеку, оскільки потрапляють не лише у поверхневі водойми, а й у підземні води. Під час польових досліджень були виявлені озера біля підніжжя породних відвалів ПАТ «Львівська вугільна компанія» та Шахти №4 «Нововолинська». В підтериконових водах виявлено підвищений вміст хлоридів, сульфатів, нітратів, що є свідченнями значної засоленості породи.

Для оцінки фітотоксичності відвальної породи з ділянок породних відвалів (1 – поверхня відвалу ПАТ «Львівська вугільна компанія»; 2 – підніжжя відвалу ПАТ «Львівська вугільна компанія»; 3 – за 100 м від підніжжя відвалу ПАТ «Львівська вугільна компанія»; 4 – поверхня відвалу Шахти №3; 5 – підніжжя відвалу Шахти №3; 6 – за 100 м від підніжжя відвалу Шахти №3; 7 – контроль, дендропарк НЛТУУ) застосували 4 види тест-культур: *Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* var. *radicula* Pers., *Sinapis alba* L., *Brassica napus* L. Встановлено, що найбільш токсичним є субстрат у радіусі 100 м від підніжжя відвалу ПАТ «Львівська вугільна компанія», на якому не проросла жодна тест-культура.

Для встановлення екологічної небезпеки відвальної породи було здійснено фізико-хімічний аналіз за такими показниками: гідрокарбонати, хлориди, сульфати, нітрити, нітрати, фосфати, кальцій, магній, залізо загальне, амоній сольовий тощо. Встановлено, що практично за усіма показниками вміст небезпечних речовин у породі перевищує значення, які отримані у контролі.

Встановлено, що процеси природної фітомеліорації, особливо на сильно порушених місцезростаннях, вимагають підбору рослинного асортименту, який невибагливий до родючості ґрунту, вмісту поживних мінеральних речовин та характеризуються високою екологічною стійкістю. Важливим аспектом фізіологічної стійкості, а отже придатності до фітомеліоративного процесу, є рівень посухостійкості рослини. Впродовж вегетаційного періоду 2020 року були проведені дослідження сезонної динаміки водоутримуючої здатності листової тканини *Pinus sylvestris* L.

За результатами польових досліджень на території Червоноградського вуглевидобувного регіону встановлено, що процеси горіння породи протікають неоднаково та залежать від давності відсіпання терикону, наявності технології складування, геометричних параметрів відвалів тощо. За результатами проведеного зондування термопарою та тепловізійною зйомкою було виявлено чотири ймовірні осередки самозаймання. Встановлено, що міграція температурного поля відбувається вздовж лінії краю укусу, а не в глибину терикона. Самозаймання лісових культур на териконах вугільних шахт виникає в результаті самочинного горіння внаслідок поступового накопичення тепла.

Для вивчення жаростійкості сосни звичайної застосовувався метод

Ф. Мацкова, що базується на вивченні здатності рослинної протоплазми протистояти дії високих температур. За результатами дослідів встановлено загальний бал феофітинового ушкодження поверхні усіх груп дослідних живців. Високий рівень жаростійкості зафіксований у живців *Pinus sylvestris* L., яка зростає на відстані 100 м від терикону шахти №3 (сумарна кількість обрахованих балів становила 112). Середній рівень жаростійкості виявлено у *Pinus sylvestris* L., яка зростає на поверхні терикону центральної збагачувальної фабрики (с. Сілець) – 118 балів. Відповідно найнижчий рівень жаростійкості – у зразка, зростаючого на поверхні терикону шахти №3 (м. Червоноград), який становить 132 бали.

Небезпечні речовини, які виділяються з породних відвалів вугільних шахт, спричиняють деформацію, зупинку росту та гибель сосни звичайної, яка набула розвитку на їх поверхні.

У **п'ятому розділі** «Шляхи підвищення якості докілья у зоні впливу породних відвалів вугільних шахт» обґрунтовано шляхи покращення стану навколишнього середовища в зоні впливу породних відвалів вугільних шахт.

Для оцінки сприятливості рівня впливу температури на ріст, розвиток і життєвість *Pinus sylvestris* L. вивчалися вертикальні та горизонтальні температурні градієнти на семи дослідних ділянках. Виходячи з місця із різним ступенем деградації, найекстремальніші умови були зафіксовані на вершинах териконів, поступово зменшуючись у підніжжі та на відстанях 100 м. Це й проявляється на зовнішньому фізіологічному стані рослин – найбільша сухість пагонів, пожовтіння та ураження й опадання хвої зафіксовано на вершинах териконів. Різниця у температурному навантаженні, в порівнянні з вершинами, знаходиться в діапазоні 50–70%. Максимально сприятливі умови відповідно у контролі, де рівень деградації та вплив ушкоджуючих факторів найнижчий. При цьому значних зовнішніх ушкоджень на обстежених *Pinus sylvestris* L. не виявлено.

Сезонне вивчення рівнів вертикального та горизонтальних температурних градієнтів *Pinus sylvestris* L. дослідних місцезростань показало, що найнесприятливіші умови розвитку присутні в осередках активної деградації – на вершинах териконів центральної збагачувальної фабрики та шахти №3. Паралельне обстеження рівня фізіологічного розвитку у напрямку відкритого простору (вершина терикону) дозволило виявити досить високу життєву адаптацію *Pinus sylvestris* L., яка доповнюється невибагливістю до природних кліматично-едафічних умов зростання, що дає підстави рекомендувати її для більш ширшого цільового застосування у фітомеліоративному процесі.

Дослідження особливостей інтерференції фітогенних полів на териконах є важливими для розроблення достовірного прогнозу співіснування видів та становлення континууму. Під час проведення польових досліджень пробні площі закладалися з урахуванням рельєфу. Це спричинене тим, що терикони мають складну структуру. У териконах чітко виділяється вершина, з якої відбувається змивання дрібних частинок і поживних речовин. Транзитна зона – схили, з яких відбувається транспортування дрібних частинок породи до підніжжя відвалу; акумулятивна зона – у якій накопичуються речовини, змиті з

вершини (у цій зоні створюються найбільш сприятливі умови для розвитку рослинності).

Флористичний склад угруповань, які формуються, в значній мірі визначається умовами місцезростань – едафічними та мікрокліматопічними чинниками. У цьому випадку рослинність завдяки агрегаціям створює свої фітогенні поля. Вивчення фітогенних полів на таких девастованих ландшафтах, як породні відвали та терикони вугільних шахт, дозволить також удосконалити біоіндикаційні методи досліджень лісових культур на поверхні та створювати інноваційні методики догляду. Проведені дослідження виникнення та поширення фітогенних полів дають змогу оцінити ступінь придатності породних відвалів до залісення незалежно від країни, у якій вони сформовані.

Для належної оцінки формування фітогенних полів на породних відвалах вугільних шахт, поряд із представленими результатами досліджень, слід врахувати показники мікроклімату та едафотопу. Значну цікавість стосовно утворення фітогенних полів представляють згасаючі терикони. На таких типах відвалів формуючий сингенез знаходиться під впливом термічних режимів та недостатньої зволоженості субстрату. Встановлено, що режим вологозабезпеченості відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району характеризується найбільшою варіабільністю, порівняно з іншими екологічними факторами. Це пояснюється низькою водоутримуючою здатністю породи, неоднорідними умовами рельєфу, наявністю рекультивованих ділянок із насипним ґрунтом.

Флористичне ядро рослинного покриву гірничих відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового регіону формують лучні і синантропні види з широким діапазоном толерантності, здатні витримувати несприятливі екологічні умови. Типологічну схему рослинного покриву породних відвалів шахт можна представити у вигляді чотирикутника, у центрі якого розташована лучна і синантропна рослинність, а в кутах – 1. бореальна і псаммофільна; 2. неморальнолісова; 3. гідрофільна; 4. лучно-степова і кальцепетрофільна.

В результаті вивчення фітомеліоративної ефективності рослинності породних відвалів Шахти №3 та ЦЗФ встановлено, що на їх поверхні переважає піонерна сукцесія за участі сосни звичайної, в окремих випадках із включенням рудеральної рослинності (куничник наземний).

Наведено основні заходи з рекультивації териконів різних типів, представлено схеми териконів, де вказано природні фітомеліоративні процеси (згасаючі) та технології розрівнювання насипів (діючі).

Висновки до розділів та за результатами роботи.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані достатньо чітко. Вони повністю розкривають зміст роботи, відповідають головній меті та завданням дисертаційної роботи. У цілому дисертаційна робота Піндера В.Ф. є завершеним науковим дослідженням, в якому вирішено актуальну наукову задачу – створено наукові основи для підвищення рівня екологічної безпеки функціонування і перепрофілювання підприємств з видобутку вугілля.

Найбільш істотні наукові результати, їх новизна.

Дисертантом виконаний достатній обсяг теоретичних досліджень, результати яких поглиблюють і розширюють наукові знання в галузі екологічної безпеки. Наукові положення, висновки та рекомендації, що містяться у роботі, мають усі ознаки **наукової новизни**, яка полягає у такому:

– вперше розроблено типологію породних відвалів Львівсько-Волинського вугільного басейну, завдяки якій є можливість структурувати девастровані ландшафти за ступенем порушення, техногенною небезпекою та рівнем проведення рекультиваційних робіт;

– вперше встановлено, що показники фізіологічної стійкості (водоутримувальна здатність, жаростійкість, солестійкість, газостійкість, посухостійкість) сосни звичайної є вищими біля підніжжя породних відвалах вугільних шахт, аніж на поверхні, що дозволяє прогнозувати життєвість виду;

– вперше встановлено теоретичні та практичні аспекти формування фітогенного поля на породних відвалах вугільних шахт Малого Полісся за участі сосни звичайної, що дає змогу оцінити едафо-кліматичні умови росту і розвитку;

– вперше встановлено екологічні закономірності природної фітомеліорації в умовах породних відвалів вугільних шахт Малого Полісся шляхом виділення еколого-ценотичного простору рослинного покриву, що дає можливість прогнозувати sukcesійні процеси;

– вперше встановлено особливості міграції небезпечних речовин у довкілля в залежності від умов місцезростань сосни звичайної, що дозволяє прогнозувати рівень екологічної небезпеки в зоні впливу породних відвалів вугільних шахт;

– удосконалено методи регулювання розвитку фітоценозів за участі сосни звичайної під час проведення рекультивації та фітомеліорації відвалів;

– набули подальшого розвитку підходи щодо вивчення забруднення довкілля у межах впливу породних відвалів вугільних шахт;

– набули подальшого розвитку підходи щодо вивчення впливу несприятливих екологічних умов на формування флористичного ядра рослинного покриву породних відвалів.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Встановлена фітомеліоративна ефективність природного заростання *Pinus sylvestris* L. на поверхні породних відвалів вугільних шахт у межах Малого Полісся. Розроблено систему регулювання розвитку фітоценозів з участю сосни звичайної на породних відвалах у залежності від температури субстрату відвальної породи, яка забезпечує екологічну безпеку регіону та реалізацію заходів щодо збереження довкілля.

2. Результати досліджень використовують: ВП «Західна дирекція з ліквідації шахт ДП «Об'єднана компанія Укрвуглереструктуризація» (акт впровадження від 11.01.2021 р.); Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, під час викладання дисциплін «Ландшафтна екологія» та «Моніторинг довкілля» (акт впровадження від 12.01.2021 р.).

Ступінь обґрунтованості і достовірність основних наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.

Дослідження автора є послідовним розвитком наукових досягнень в галузі технічних наук в сфері екологічної безпеки. Обґрунтованості результатів сприяє комплекс експериментальних досліджень процесів трансформації компонентів навколишнього середовища в районах розміщення породних відвалів вугільних шахт Малеого Полісся з використанням екологічних, ґрунтознавчих, фізичних, хімічних, біометричних, фізіологічних, фенологічних, камеральних, математично-статистичних методів, а також системного аналізу та методів логістичних побудов.

Підтвердженням достовірності досліджень також є практичне впровадження результатів у виробничу та природоохоронну діяльність ВП «Західна дирекція з ліквідації шахт державного підприємства «Об'єднана компанія Укрвуглереструктуризація».

Значення для науки і практики отриманих автором результатів.

Значення для науки отриманих у процесі виконання дисертаційного дослідження результатів полягає в обґрунтуванні способів поєднання природної та штучної фітомеліорації поверхонь териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну, які враховують особливості екологічні умови протікання піонерної сукцесії за участю *Pinus sylvestris* L. та ландшафто-трансформуючі чинники фітомеліоративних процесів в породних відвалах.

Практичне значення отриманих автором результатів полягає у запропонованих підходах до рекультивації породних відвалів вугільних шахт на території Львівсько-Волинського вугільного басейну, що враховують параметри вологості клімату та вологості ґрунту, показники термічного режиму, континентальність, рН ґрунту, вміст солей і освітленість різних частин відвалу.

Рекомендації стосовно використання результатів дисертації.

Результати досліджень рекомендовано застосовувати для підвищення рівня екологічної та техногенної безпеки вугледобувної промисловості, у проектних установах, в науково-дослідних інститутах НАН України та закладах вищої освіти відповідного профілю. Розроблені автором методики обстеження породних відвалів рекомендується використовувати під час проведення оцінки впливу на довкілля проектованої діяльності, а також стратегічної екологічної оцінки наслідків виконання документів державного планування, планів управління екологічною безпекою як окремих об'єктів, так і вугледобувної галузі в цілому.

Повнота викладу основних результатів роботи в опублікованих працях. Основні положення дисертації опубліковано в 13 наукових роботах, з яких: 5 статей у фахових наукових виданнях України з технічних наук, 1 стаття у фаховому виданні, що входить до наукометричної бази Scopus; 7 наукових статей та тез доповідей на міжнародних і всеукраїнських конференціях. Зазначені публікації з достатньою повнотою висвітлюють зміст роботи та її

основні положення. Коректно відображено особистий внесок дисертанта в працях, опублікованих у співавторстві, присутні необхідні посилання на використані джерела інших авторів.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека за напрямками досліджень:

- пункт 1 (Обґрунтування теоретичних основ оцінок техногенного ризику, розроблення та пошук за їх допомогою оптимальних форм управління екологічною безпекою);

- пункт 2 (Розроблення наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину);

- пункт 4 (Вивчення екологічної обстановки навколо атомних, теплових електростанцій, гірничо-видобувних підприємств, інших небезпечних об'єктів; обґрунтування й розробка заходів для поліпшення цієї обстановки);

- пункт 5 (Розроблення систем екологічного моніторингу й техногенно-екологічної безпеки регіонів, окремих екосистем. Заходи стабілізації та поліпшення стану довкілля).

- пункт 7 (Вплив техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище, обґрунтування теоретичних і практичних засад виведення їх з експлуатації).

Зміст автореферату повністю відображає основні положення дисертаційної роботи. Форма подання матеріалів дисертаційної роботи та автореферату відповідає вимогам нормативних документів МОН України.

За структурою, мовою та стилем викладання матеріали дисертації відповідають вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України (наказ № 40 від 12 листопада 2017 р.). Матеріали дисертації та автореферату чітко висвітлюють одержані здобувачем науково-практичні результати.

Зауваження до дисертаційної роботи та автореферату.

Поряд з позитивними якостями дисертаційної роботи, у ній є деякі недоліки:

1. Кожен розділ включає значний за обсягом оглядовий матеріал, який доцільно було б винести у перший розділ.

2. Бажано б було проаналізувати, чи є закономірності у зміні рівнів забруднення об'єктів довкілля за межами санітарно-захисної зони породних відвалів залежно від тривалості розміщення відходів вугледобувних підприємств, відстані до відвалів тощо?

3. Потребує уточнення, яким чином автор зміг виокремити вплив породних відвалів вугільних шахт на особливості міграції небезпечних речовин у гідросферу, літосферу, атмосферу? Адже на стан цих об'єктів навколишнього середовища негативно впливають й інші виробничі процеси видобутку вугілля, а також підприємства інших галузей економіки.

4. Чи можна за результатами проведених досліджень обґрунтувати

рекультиваційні суміші для внесення в лунки під час висадження саджанців *Pinus sylvestris* L.?

5. Чи можна застосовувати розроблені автором рекомендації для відновлення порушених об'єктів довкілля в результаті розміщення на земній поверхні породних відвалів для інших вугледобувних регіонів?

6. Які рішення пропонуються автором для підвищення ефективності доступу громадськості до екологічної інформації, яка буде отримана в результаті проведення комплексного екологічного моніторингу на території розміщення відходів вугледобувних підприємств?

7. Потребує уточнення, чому автор не враховує вплив породних відвалів на стан сільськогосподарських земель та якість продукції, що вирощується на них.

8. Чи розглядалась можливість використання відходів вуглевидобутку для виготовлення сумішей для закладки виробленого простору вугільних шахт, виробництва будівельних матеріалів, вилучення корисних компонентів тощо?

9. Які протипилові заходи можуть бути застосовані для захисту населених пунктів, прилеглих до породних відвалів шахт?

10. Яким чином можна попередити виникнення самозаймання породних відвалів та в подальшому мінімізувати забруднення навколишнього середовища повітряним шляхом міграції?

10. Яким чином можна попередити виникнення самозаймання породних відвалів та в подальшому мінімізувати забруднення навколишнього середовища на прилеглих територіях?

11. Потребують уточнення, які саме рекультиваційні заходи рекомендується застосовувати для зниження техногенного впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля залежно від запропонованої автором типології териконів у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну.

12. Чи проводилася кількісна оцінка ефективності реалізації заходів з управління екологічною безпекою вугледобувних комплексів і зниження ступеня проявів небезпеки завдяки застосуванню розроблених автором природоохоронних рішень?

13. Отримані результати бажано представити у вигляді методичних рекомендацій з реалізації екологічного моніторингу територій, що прилягають до породних відвалів, залежно від стадії їх життєвого циклу.

14. По тексту дисертації та автореферату є певні орфографічні та стилістичні недоліки, повторення, відхилення в оформленні тексту роботи та списку використаних джерел літератури.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Піндера Володимира Федоровича «Рекультиваційні заходи зниження техногенного впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля» **являє** собою завершене наукове дослідження, виконане автором самостійно на актуальну тему, що містить нове розв'язання важливого наукового завдання з комплексного зниження негативного впливу породних відвалів вугільних шахт, що знаходяться на різних етапах життєвого циклу, на навколишнє середовище, працівників і населення в регіонах розташування вугледобувних підприємств.

За метою, об'єктом, предметом і завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – «Екологічна безпека». Наведені результати можна класифікувати як нові і обґрунтовані, вони мають наукове та практичне значення для підвищення екологічної безпеки вугільних шахт та покращення екологічного стану вугледобувних регіонів.

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, якістю оформлення дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11–14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, а її автор **Піндер Володимир Федорович** заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – «екологічна безпека».

Офіційний опонент:

завідувач кафедри екології та технологій

захисту навколишнього середовища

Національного технічного університету

«Дніпровська політехніка»,

лауреат Державної премії України в галузі

науки і техніки, доктор технічних наук,

(21.06.01 – екологічна безпека), професор

А.В. Павличенко

Підпис офіційного опонента Павличенка А.В.

посвідчую:

Вчений секретар

НТУ «Дніпровська політехніка»



Т.М. Калюжна