

Реферат до наукової роботи:  
**«КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ  
ВУГЛЕДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ  
ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ»**

Автори роботи: *Малашкевич Д.С., Козій Є.С., Макурін А.А. Кошеленко Є.В.*

**Актуальність роботи.**

На сьогодні перед Україною постає задача виходу на шлях сталого розвитку та мінімізації енергетичної залежності від країн-сусідів та імпорتنих енергетичних ресурсів, як гарантії суверенітету нашої держави. Упродовж останніх років Україна сумлінно виконує взяті на себе зобов'язання щодо розвитку альтернативної енергетики, модернізації будівель житлового та адміністративного секторів. Проте для дійсно сталого розвитку необхідна і комплексна модернізація виробничих потужностей та трансформація підходів до виробництва традиційних видів ресурсів.

Енергетична галузь України зараз знаходиться на етапі значних трансформацій. Вони з однієї сторони викликані захопленням частини територій країни, з іншої – стрімким нарощуванням генеруючих потужностей альтернативної енергетики. Проте у загальному річному балансі доля генерації енергії традиційними атомними та тепловими електростанціями все ще набагато перевищує 50% і перспектива збереження цієї тенденції обумовлена перш за все стабільністю генерації традиційних видів електростанцій та відсутністю накопичувачів належної ємності, які б дозволяли покривати провали генерації відновлюваними джерелами.

Тому підтримка власної традиційної енергетики паралельно з «м'яким» переходом на генерацію відновлюваними джерелами енергії є паралельними задачами, які обумовлюють сталий поступ усієї країни, оскільки з однієї сторони в енергетичному секторі задіяна значна кількість трудових ресурсів країни, з іншої сторони стабільна робота енергетичної галузі країни робить можливою і роботу інших галузей.

Основою традиційної енергетики країни залишаються теплові та атомні електростанції, які разом виробляють понад 80% усієї електричної енергії. Атомна енергетика все ще залишається імпортозалежною галуззю. Проте тепла генерація цілком може бути забезпечена власною сировиною. Теплові електростанції зараз виступають основними джерелами, які забезпечують можливість стійкої роботи об'єднаної енергетичної системи України, вони працюють у маневреній зоні графіку електричних навантажень та балансують різкі коливання потужності генерації електроенергії відновлюваними джерелами.

Зниження уваги до традиційної генерації може призвести до повного розпаду енергосистеми через нездатність ефективного управління режимами її роботи та неспроможністю задовольняти різкі зміни попиту на енергію лише атомними станціями та об'єктами відновлюваної енергетики.

Тому необхідне напрацювання комплексних підходів до модернізації традиційної енергетики із максимальним забезпеченням її власною мінерально-сировинною базою. Теплова енергетика в Україні спирається переважно на два види палива – природний газ та вугілля. І якщо в газову галузь упродовж останніх років є певні інвестиції і згідно Енергетичної стратегії на меті стоїть розширення газовидобування, то у вугільній галузі спостерігаємо різкий спад виробництва упродовж останнього десятиліття. Це обумовлено значною мірою втратою контролю над частиною вугледобувних територій. Проте з іншого боку прогнози щодо розвитку шахт Західного Донбасу вказують на їх нетривалу перспективу. Причиною закриття шахт стає не стільки відсутність покладів вугілля, скільки відсутність суттєвих модернізацій у технології його видобування, орієнтація на отримання лише товарної продукції. Також серед причин низької перспективності розвитку вуглевидобувної галузі називають високу собівартість виробництва вугілля в Україні, обумовлену малою товщиною шару покладів, складними геологічними умовами, загазованістю та обводненістю шахт. З рештою по деяких шахтах спостерігається ситуація, коли енергетичні витрати на видобуток вугілля стають співставними з енергетичним потенціалом добутої сировини. Тобто доходимо ситуації не тільки економічної, а й енергетичної збитковості видобутку.

Проте з іншого боку, перед Україною у будь-якому разі стоїть задача збереження, трансформації та виходу на сталий розвиток вуглевидобувних територій, які зараз є у складі суверенної території, а також реінтеграція тимчасово окупованих територій. Закриття шахт стане причиною масових звільнень людей і є неприпустимим перш за все через негативні соціальні наслідки для країни, хоча безумовно потягне за собою й економічну катастрофу. Тому дана робота присвячена проблемі забезпечення стійкого розвитку вуглевидобувних територій, зокрема модернізації підходу до шахтного виробництва вугілля з переходом від монопродуктового виробництва на кілька видів продукції.

Так, традиційне виробництво вугілля окрім самого вугілля насправді підіймає на поверхню значну кількість супутніх порід та супутньої енергії, які за сучасних підходів не реалізуються, оскільки їх реалізація потребує певних інвестицій. А відсутність розуміння чіткої перспективи розвитку вуглевидобувних територій істотно гальмує інвестиційний процес. Проте усвідомлення на державному рівні необхідності забезпечення сталого розвитку вже зараз відображається у створенні спеціальних інвестиційних фондів, фондів співфінансування енергомодернізації будівель, гарантованого покупця «зеленої» енергії. Тобто держава стає одним з головних замовників енергомодернізації. Створення подібної системи стимуляції промислового сектору, і вуглевидобувних регіонів зокрема, стало б запорукою надходження інвестицій у модернізацію технології видобутку вугілля та переходу на використання не лише основного продукту виробництва, але й супутніх продуктів, якими є перш за все тепла енергія, шахтний метан, сировина для будівельної промисловості, рідкісні мінеральні компоненти, питна вода тощо.

У даній роботі комплексно проаналізовано світовий досвід розвитку шахтного виробництва від технології видобування основної продукції до потенційних можливостей використання усієї супутньої продукції. Окрім того проаналізовано фактичні дані виробництва вугілля шахтами Західного Донбасу, відібрано проби вугілля на наявність у ньому та супутніх породах іншої мінеральної сировини.

Запропоновано технологічні рішення до відпрацювання тонких і вельми тонких вугільних пластів різними способами з вийманням супутніх порід та з паралельним закладанням виробленого простору без підйому супутніх порід на денну поверхню.

Проаналізовано елементний склад порід, що підіймаються на денну поверхню, та окреслено потенційне коло мінералів, що можуть стати паралельною продукцією шахтного виробництва вугілля.

В роботі обґрунтовано технологічно досяжний енергетичний потенціал використання шахтного тепла для власних потреб виробництва, а також для реалізації його у шахтарських поселеннях. Даний підхід максимального використання не тільки вугілля, але й усіх супутніх продуктів його видобутку, дозволяє не тільки підвищити рентабельність виробництва, але взагалі змінює концепцію розвитку вугледобувних регіонів України. Оскільки шахта здатна не тільки забезпечити видобуток вугілля, але й забезпечувати екологічно чистою тепловою енергією навколишні поселення (навіть при її консервації), а шахтні терикони та золовідвали можна перетворити на виробництво будівельних матеріалів та вторинних сировинних ресурсів вельми дефіцитних на світовому ринку цінних елементів, таких як: титан, літій, ванадій, барій, цирконій, стронцій, хром, нікель, германій, ніобій, скандій, фосфор.

Цей підхід також можливо застосовувати при реінтеграції наразі невідконтрольних територій, де за свідченнями очевидців значна частина шахт є затопленими, що вже стало причиною екологічних змін у регіоні, змін рельєфу, водного режиму, руйнування будівель, розміщених над шахтними полями тощо. Тільки комплексне використання наявної в регіоні мінерально-сировинної бази, у тому числі тієї, яка зберігається у шахтних відвалах, модернізація збережених діючих шахт з переходом на багатопродуктове виробництво, використання частково чи цілком затоплених шахт у якості геотермальних джерел може дати поштовх до відновлення регіону та забезпечити його мешканців робочими місцями для максимально ефективно реінтеграції.

В основу даної роботи покладено розробки авторів щодо розвитку технологій видобування вугілля, оцінки вмісту рідкісних, шкідливих та токсичних елементів у вугіллі та вміщуючих породах, перспективності їх промислового використання, щодо оцінки енергетичного потенціалу шахти як геотермального джерела.

Синтез наведених знань та технічних рішень дозволяє створити передумови для підвищення рентабельності роботи шахт та забезпечення сталого розвитку вугледобувних регіонів і в подальшому може бути застосований для реінтеграції тимчасово окупованих територій. Даний підхід

дозволяє проводити поступову модернізацію виробництва, перехід на чисті та енергоефективні технології, знижувати техногенне навантаження на екосистему, забезпечувати диверсифікацію виробництва у вугледобувних регіонах, створювати робочі місця та уникнути соціальних потрясінь від закриття шахт.

Зв'язок із темами. Робота виконана на кафедрах гірничої інженерії та освіти, геології та розвідки родовищ корисних копалин, обліку і аудиту, електроенергетики НТУ «Дніпровська політехніка», в рамках наступних держбюджетних науково-дослідних робіт ГП-502 «Розробка прогресивних технологій повноцінного вилучення енергетичного вугілля з акумуляцією пустих порід у підземному просторі» (номер державної реєстрації 0120U101099); ОБ-58 «Підвищення енергетичної ефективності систем теплопостачання з використанням теплови насосів» (номер державної реєстрації 0111U005833); ГП-497 «Ресурсозберігаюча геотехнологічна і гідродинамічна параметризація видобування малопотужних запасів мінеральної сировини у техногенно навантаженому середовищі» (номер державної реєстрації 0117U006753); ГП-487 «Наукове обґрунтування та розробка енергоефективних маловідходних технологій видобування вуглеводневої та мінеральної сировини» (номер державної реєстрації 0116U008041); Р-617 «Закономірності розподілу токсичних елементів в робочих пластах Донбасу» (номер державної реєстрації 0112U004196); Р-644 «Вивчення токсичних та потенційно токсичних елементів у вугільних пластах Павлоград-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу» (номер державної реєстрації 0117U001143); ГП-493 «Теоретичні та практичні основи управління нестійкими геомеханічними системами «масив – кріплення» підземних виробок» (номер державної реєстрації 0117U001131); ГП-469 «Розробка засад синтезу інформаційних і геомеханічних систем керування процесами підземних гірничих робіт» (номер державної реєстрації 0114U006105); ЕФ-117 «Розвиток обліку затрат підприємств вуглевидобувної промисловості в умовах становлення євроінтегрованої економіки України» (номер державної реєстрації 0115U001080); ЕФ-119 «Удосконалення обліково-аналітичного забезпечення фінансово-господарської діяльності підприємства» (номер державної реєстрації 0115U001082), госпдоговірних робіт: «Розробити технологічну модель селективного виймання вельми тонких пологих вугільних пластів Західного Донбасу на прикладі умов ВСП ШУ «Тернівське»» (№010197/294-ПУ-ШУтр), «Провести кількісну та якісну оцінку тонких і вельми тонких вугільних пластів шахт Західного Донбасу та встановити доцільність їх відпрацювання селективною технологією» (№010109-17/423-ПУ-ШУтр).

Робота виконана у відповідності зі «Стратегією розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року» (Вугільна промисловість), Програми «Українське вугілля», також робота відповідає напрямку державної наукової програми «Державна цільова екологічна програма проведення

моніторингу навколишнього природного середовища» (постанова КМУ від 05.12.2007 №1376).

**Метою роботи** є обґрунтування науково-теоретичних засад комплексного розвитку та модернізації існуючих технологій виробництва вугілля на прикладі шахт Західного Донбасу з паралельним переходом на багатопродуктове виробництво, зокрема на виробництво чистої теплової енергії та мінерально-сировинних ресурсів для будівельної, металургійної промисловості, переходом до європейських систем обліку, обігу та оновлення основних засобів виробництва.

**Ідея роботи** полягає у розробці концепції функціонування шахтного комплексу як рентабельного багато продуктового виробництва, шляхом вивчення світового досвіду використання супутніх ресурсів при виробництві вугілля, вивченням наявних умов виробництва, елементного складу вугілля та вміщуючих порід з техніко-економічним обґрунтуванням доцільності переходу на використання супутніх ресурсів виробництва.

Це має створити підґрунтя для продовження життєвого циклу шахт та стійкого розвитку вугледобувних регіонів з поступовим переходом від моноцентрованого виробництва до багатопрофільного спрямування. Даний підхід завдяки використанню чистої геотримальної енергії та елементів домішок, які в своїй більшості є шкідливими та токсичними при їх потраплянні в поверхневу екосистему, дозволяє також казати про екологічне оздоровлення регіону та перехід на більш чисті технології виробництва.

**Об'єктом дослідження** є процеси видобування та ефективного використання супутніх ресурсів вугільного виробництва з урахуванням технологічних, економічних та екологічних аспектів функціонування не тільки шахти, але і цілого комплексу, що охоплює безпосередньо виробництво, поселення, яке забезпечує його функціонування та місцеву екосистему.

**Предметом дослідження** є методологічні, методичні та прикладні аспекти підвищення рентабельності функціонування шахтного комплексу шляхом максимально ефективного використання доступних супутніх мінерально-сировинних ресурсів, геотримальної енергії та мінімізації впливу комплексу на екосистему регіону, а також можливість адаптації запропонованих підходів при реінтеграції тимчасово окупованих територій.

Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені **наступні завдання:**

– проаналізовано та надано оцінку технологій відпрацювання тонких та вельми тонких вугільних пластів Західного Донбасу;

– обґрунтовано доцільність застосування різних способів видобування вугілля з вийманням на поверхню та з паралельним закладанням пустих порід залежно від фактичних гірничо-геологічних умов залягання та перспективності використання цих порід для вилучення супутніх цінних елементів, таких як титан, літій, ванадій, барій, цирконій, стронцій, хром, нікель, германій, ніобій, скандій, фосфор;

– здійснено оцінку впливу технологій відпрацювання пластів на зміни рельєфу при підйманні вміщуючих порід на поверхню, а також при їх закладанні у вироблений простір шахти;

– виконано прогнозування вмісту рідкісних, а також токсичних та небезпечних мінеральних складових у вугіллі та вміщуючих породах, що дозволяє оцінювати перспективність їх видобутку для подальшого промислового вилучення, а також оцінки впливу на довкілля у разі їх потрапляння у поверхневу екосистему;

– надано техніко-економічне обґрунтування доцільності використання шахти та породного відвалу у якості джерела геотермальної енергії, що здатне не тільки покривати власне споживання теплової енергії шахтного комплексу, але й забезпечувати теплом місцевих жителів;

– наведено оцінку екологічного ефекту від використання геотермальної енергії шахт замість використання традиційних способів отримання теплової енергії;

– проаналізовано підходи до управління основними фондами шахтного комплексу, методи оптимальної амортизації вартості основних фондів та способи використання вартісного шахтного обладнання в умовах об'єднання, що дозволяють підвищити рентабельність основної технології виробництва;

– надано теоретичне обґрунтування можливості застосування комплексного підходу виробництва на вуглевидобувних підприємствах, що знаходяться в експлуатації та тих, які виведені з експлуатації внаслідок запланованих дій та внаслідок тимчасової окупації частини територій України, та придатності заходів під час реінтеграції цих територій.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених у роботі завдань застосовано комплексний методологічний підхід, що містить у собі аналіз і узагальнення літературних та інформаційних джерел щодо сучасних тенденцій експлуатації та комплексного використання ресурсного потенціалу вугледобувних підприємств Західного регіону Донбасу, основних технологій повноцінного вилучення з надр малопотужних вугільних покладів, поточного стану накопичення породних відвалів; аналітичні й експериментальні методи визначення технологічних параметрів; комп'ютерне моделювання геомеханічних процесів з використанням програмних пакетів SolidWorks та ANSYS; методи оптичної мікроскопії з використанням мікроскопів МІН-8, МБС-9; лабораторні дослідження вугілля із застосуванням спектральних напівкількісних і кількісних аналізів кернових проб.

#### **Наукова новизна отриманих результатів:**

– вперше виконано обґрунтування технологічної схеми селективного відпрацювання пласта, способу і технології розміщення порід у виробленому просторі шляхом розрахунку параметрів виймання вугілля й породи для повноцінного вилучення малопотужних запасів;

– вперше обґрунтовано конструктивні особливості компонування обладнання механізованого комплексу, що відрізняється від відомих аналогів застосуванням горизонтально-замкнутого конвеєра з метою здійснення

організації потокової технології селективного виймання і розміщення порід присічення у виробленому просторі;

– вперше встановлено закономірності зміни силових та деформаційних параметрів навантаження механізованого кріплення від параметрів зведення породних смуг і варіантів міцнісних характеристик прилеглого породного масиву, які виражаються експоненціальною залежністю і дозволяють вибрати раціональні параметри зведення породної смуги у виробленому просторі;

– встановлено, що ступінь заповнення виробленого простору прямо пропорційно залежить від конструктивної висоти встановлення закладної конвеєрної лінії, кута укосу породи та обернено пропорційно від виймальної потужності вугільного пласта, що дозволяє встановити технологічні параметри селективного виймання;

– встановлено, що при переході на технологію селективного відпрацювання тонких і вельми тонких вугільних пластів із залишенням породи у виробленому просторі лави знижуються осідання земної поверхні від 21% до 62% від виймальної потужності пласта, що підвищить безпеку і ефективність відпрацювання запасів;

– вперше встановлено закономірності розподілу токсичних та потенційно токсичних елементів між органічною та мінеральною складовою, а також між основними фракціями мінеральної частини вугільних пластів Західного Донбасу і визначені «ряди спорідненості» цих елементів відносно органічної частини вугільних пластів, а також щодо сульфідної, силікатної та карбонатної фракцій мінеральної частини вугільних пластів. Дані закономірності дозволять прогнозувати вміст токсичних та потенційно токсичних елементів у продуктах і відходах вуглезбагачення та розробляти технології збагачення вугілля з урахуванням вмісту цих елементів;

– встановлено, що спільна концентрація Co, Ni, Pb, Cr, V і Mn у вугільних пластах району з утворенням геохімічної асоціації, зумовлена їх спільним накопиченням в приконтактних ділянках вугільних пластів (як в покрівлі, так і в підшві) з формуванням своєрідних зон збагачення потужністю 0,15 - 0,2 м;

– вперше класифіковано основні вугільні пласти Західного Донбасу за вмістом токсичних та потенційно токсичних елементів, що дозволяє виконувати довготерміновий прогноз вмісту цих елементів у гірничій масі і планувати заходи, спрямовані на зменшення їх вмісту у супутніх продуктах вуглевидобування;

– комплексно проаналізовано супутні енергетичні потоки технології вугледобування на можливість їх спільного використання для задоволення потреб шахтного комплексу, а також поселень-сателітів. Оцінено можливість повного покриття теплового навантаження шахти за рахунок власної геотермальної енергії, що підіймається на поверхню з шахтними водами, відпрацьованим вентиляційним повітрям, а також енергії шахтних відвалів;

– оцінено зниження техногенного впливу на поверхневу екосистему за рахунок переходу на чисті технології теплогенерації замість традиційного

задоволення потреб у тепловій енергії за рахунок спалювання вугілля чи електрообігріву;

– адаптовано сучасні економічні механізми стимулювання оновлення основних засобів виробництва, що полягають у зміні методів нарахування амортизації основних засобів, а також використання основного вартісного обладнання в умовах вуглевидобувних об'єднань.

**Наукове значення роботи** полягає у розробці підходів до комплексного використання доступних паливних, мінеральних та енергетичних ресурсів при роботі шахтного комплексу, що дозволить підвищити рентабельність існуючих шахт, а також знизити збитковість законсервованих шахт. Розроблені алгоритми та методи оцінки потужностей вугільних пластів та концентрацій цінних елементів дозволяють оцінити необхідність виймання вміщуючих порід на денну поверхню чи можливість їх закладання у вироблений простір, а також необхідність та доцільність збагачення видобутих порід для вилучення, як цінних елементів, так і токсичних та потенційно токсичних з метою їх подальшого використання та зниження їх впливу на поверхневу екосистему. Оцінено можливість та економічний потенціал використання шахтних комплексів в якості геотермальних джерел, а також сучасні підходи до стимулювання оновлення основних засобів виробництва.

Впровадження комплексу запропонованих технологічних рішень відпрацювання тонких і вельми тонких вугільних пластів з вилученням супутніх кольорових, рідкоземельних, токсичних та потенційно токсичних елементів, використанням енергії водних та повітряних потоків та раціоналізацією підходів до експлуатації та оновлення основних засобів виробництва дозволить підвищити рентабельність виробництва та продовжити терміни експлуатації діючих шахт, що забезпечить сталий розвиток гірничодобувних регіонів України.

#### **Практичне значення отриманих результатів.**

– обґрунтовано конструктивно-технологічну схему селективного виймання вугілля із застосуванням горизонтально-замкнутого скребкового конвеєра для здійснення потокової технології селективного виймання вугілля і розміщення порід присічення у виробленому просторі;

– розроблено й обґрунтовано геомеханічні моделі поведінки гірського масиву при селективному відпрацюванні пласта із залишенням породи у виробленому просторі та традиційним відпрацюванням з повним обваленням порід покрівлі з урахуванням зміни геометричних параметрів очисної виробки, силових параметрів кріплення очисної та виїмкової виробок;

– здійснено попередній підрахунок запасів цінних елементів золи виносу Придніпровської ТЕС з їх оціночною вартістю на світовому ринку та попереднє техніко-економічне обґрунтування переробки зол виносу з отриманням титану, ванадію і літію;

– запропоновано 9 типів промислової продукції, яку можна отримати із зол виносу Придніпровської ТЕС;



– обґрунтовано енергетичний потенціал використання шахтного низькопотенційного тепла від водовідливу, відпрацьованого вентиляційного повітря, компресорних установок та енергії териконів;

– визначено екологічний ефект від переходу на виробництво теплової енергії з використанням теплонасосних технологій замість традиційної генерації на вугільних котельнях.

### **Загальнодержавне значення отриманих результатів роботи.**

Запропонований комплекс технологічних рішень дозволить забезпечити сталий розвиток та диверсифікацію виробництва вуглевидобувних регіонів України, а також може стати основою для ефективної реінтеграції тимчасово окупованих територій, які характеризуються превалюючою долею видобувної промисловості у структурі виробництва.

Створення багатопродуктових шахтних комплексів, здатних виробляти не тільки вугілля, але й тепло та мінерально-сировинні ресурси для будівельної, металургійної та інших видів промисловості має стати запорукою стабільного соціального й економічного розвитку вуглевидобувних регіонів. Підвищення рентабельності виробництва шахтного комплексу дозволить зберігати видобуток вугілля, що безумовно сприятиме енергетичній незалежності України, стабільності роботи об'єднаної енергосистеми, поступу на шляху Євроінтеграції, переходу на чисті технології виробництва тощо.

Соціальний ефект від впровадження комплексних технологій видобування вугілля та супутніх мінерально-сировинних ресурсів, а також використання шахтного комплексу в якості геотермального джерела дозволить з однієї сторони утримати діючі та створити додаткові робочі місця, а також знизити техногенний вплив шахтного виробництва на поверхневу екосистему, що матиме позитивний ефект для здоров'я місцевих мешканців.

Економічний ефект полягає у підвищенні рентабельності виробництва шахтних комплексів, зниженні собівартості вугілля для потреб енергетики та металургійної промисловості, має стати стимулом для розвитку будівельної галузі регіону та країни в цілому.

**Апробація роботи.** Основні результати роботи були повідомлені та обговорені на наступних наукових конференціях: Zbior raportow naukowych “Perspektywy rozwoju badan naukowych w 21 weku” (Szczecin, Poland, 2013); Zbior prac naukowych “Wspolplaca UE-Ukraine: Trendy gospodarcze» (Poland 2014); Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Наукова весна» (Дніпро 2017, 2018); Міжнародна конференція «Форум гірників» (Дніпро 2013, 2017, 2018, 2019); Szkola Eksploatacji Podziemnej: XXV International scientific – practical conf (Krakow 2015); International Forum for Students and Young Researchers «Widening our horizons» (Dnipro 2017, 2018, 2020); Конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» (Дніпро 2017, 2018, 2019); Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців» (Кривий Ріг 2018); Innovative potential of socio-economic systems: The challenges of the global world

(Krakow 2018); Міжнародна науково-технічна конференція української школи гірничої інженерії (Бердянськ 2020); Всеукраїнська науково технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь, наука та інновації» (Дніпро 2016, 2017, 2019, 2020); Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів» (Житомир 2020).

**Публікації.** Основні наукові і практичні результати досліджень опубліковані у 115 наукових роботах, у їх числі 42 статті у наукових фахових виданнях України (16 із них входять до переліку міжнародних наукометричних баз Scopus & Web of Science), 1 монографія. Одержано 6 патентів. За напрямом представленої наукової роботи захищено 3 кандидатські дисертації та одна кандидатська дисертація готується до захисту.

Автор роботи,

кандидат технічних наук

Д.С. Малашкевич

Автор роботи,

кандидат геологічних наук

Є.С. Козій

Автор роботи,

кандидат економічних наук, доцент

А.А. Макурін

Автор роботи

Є.В. Кошеленко