

Секція: Технології видобутку та переробки корисних копалин

Назва напрямку секції: 1. Підземний видобуток рудних і нерудних корисних копалин.
1.1. Фізичні процеси гірничого виробництва

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
за завершеним фундаментальним науковим дослідженням,
виконання якого здійснювалось у 2017-2019 роках

Назва: Визначення закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву з метою створення ресурсозберігаючих технологій видобутку руд

Керівник дослідження: Ступнік Микола Іванович

Номер державної реєстрації: 0117U001069

Номер облікової картки заключного звіту: 0117U001069

Найменування організації-виконавця: Криворізький національний університет

Назва пріоритетного тематичного напрямку організації-виконавця: 4. Рациональне природокористування. 4.26. Технології виявлення і оцінки корисних копалин, їх раціонального екологічно безпечного видобування.

Строки виконання: початок - 01.01.2017, закінчення - 31.12.2019

Обсяг коштів, виділених на виконання дослідження за весь період (згідно із запитом / фактичний): 4090.5 / 3850,500 тис. гривень.

1. КОРОТКИЙ ЗМІСТ ЗАПИТУ (до 30 рядків тексту)

1.1. Проблема, на вирішення якої було спрямовано дослідження, обґрунтування щодо актуальності: Основні запаси залізних руд України зосереджені в Кривому Розі. Однак з 7,71 млрд. т запасів тільки 0,45 млрд. т. є природно-багатими рудами. Їх глибина розробки досягла 1500м і подальше ефективне відпрацювання запасів на великих глибинах неможливе безвідповідного наукового супроводу і обґрунтування. Тривала та інтенсивна експлуатація родовищ Кривбасу обумовила масштабні порушення гірського масиву гірничими виробками. Однак на сьогоднішній день практично відсутні надійні методики прогнозування впливу напружено-деформованого стану (НДС) гірського масиву на стійкість підземних штучних споруд при підземній розробці залізрудних покладів. Крім того, скорочення обсягів наукових досліджень фактично корелюється з суттєвим зниженням ефективності видобутку руд. Так, звітні фактичні втрати багатих залізних руд по ПАТ «Криворізький залізрудний комбінат» складають в даний час 16-18%, практично п'ята частина відбитої руди залишається в надрах. В той же час 7,26 млрд. т. бідних залізних руд магнетитових кварцитів, розташовані на верхніх горизонтах і знаходяться в сприятливіших умовах для видобутку. Тому встановлення закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву для збереження Криворізького залізрудного басейну за рахунок створення наукових основ ресурсозберігаючих технологій підземного видобутку залізних руд і магнетитових кварцитів є актуальною науково-технічною проблемою, розв'язання якої має важливе народногосподарське значення.

1.2. Об'єкт і предмет дослідження: - об'єктом дослідження є процеси трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву та їх вплив на показники вилучення багатих руд і магнетитових кварцитів з надр та способи утилізації відходів гірничовидобувної промисловості в виробленому просторі шахт.

Предметом дослідження є технології підземного видобутку залізних руд і магнетитових кварцитів, що забезпечують ефективне та ресурсозберігаюче їх використання та раціональну експлуатацію сировинної бази Криворізького басейну в цілому.

1.3. Мета і основні завдання дослідження: Метою даної роботи є встановлення

закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву для створення наукових основ ресурсозберігаючих екологічно безпечних технологій підземного видобутку багатих залізних руд і магнетитових кварцитів.

Завдання, на вирішення яких спрямовано проект.

1. Дослідити вплив основних геотехнічних факторів на прояви гірського тиску та стійкість підземних штучних споруд.
2. Встановити основні закономірності трансформації напружено-деформованого стану гірського масиву, порушеного штучними технологічними виробками.
3. Проаналізувати світовий та вітчизняний досвід застосування ресурсозберігаючих технологій підземного видобутку корисних копалин.
4. Визначити шляхи підтримки виробничої потужності шахт та рудників Криворізького басейну, як провідного постачальника залізорудної сировини на національний і зовнішній ринки.
5. Дослідити ступінь комплексності і повноти використання сировинної бази Кривбасу з урахуванням показників втрат та розубожування руди по шахтам; актуалізувати стан та перспективи підземного видобутку втрачених і законсервованих багатих залізних руд та магнетитових кварцитів.
6. Розробити методику дослідження механізму взаємодії різномодульних масивів та уточнити закономірності взаємопроникнення випускаємої відбитої руди та обвалених пустих порід, і заклад очних масивів.
7. Розвинути теоретичні основи впливу на показники вилучення багатих залізних руд і магнетитових кварцитів.
8. Обґрунтувати принципи оптимальності при зменшенні втрат корисних копалин в надрах.
9. Актуалізувати методи визначення стійкості оголень очисних камер при відпрацюванні багатих залізних руд і магнетитових кварцитів шляхом чисельного моделювання.
10. Визначити раціональні параметри технології формування штучних ціликів, що знаходяться в стані об'ємного стиснення обваленими гірськими породами.
11. Підвищити рівень екологічної безпеки подальшого видобутку залізних руд шляхом включення в технологічний ланцюг утилізації відходів гірничовидобувної промисловості в виробленому просторі шахт.
12. Запропонувати нові ефективні варіанти технологій з елементами ресурсозбереження, що забезпечують раціональне використання сировинної бази Криворізького басейну.
13. Розробити типові паспорта систем розробки і методики визначення їх параметрів.

1.4. Коментар. (надати обов'язково у випадку, якщо відбувалися коригування мети, предмету дослідження, основних завдань, відхилення від запланованого календарного плану роботи): Дослідження здійснювались без відхилення від запланованого календарного плану.

2. ОПИС ПРОЦЕСУ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ (до 50 рядків тексту)

2.1. Описати підходи щодо проведення досліджень, обґрунтувати їх новизну: Для досягнення поставленої мети в роботі був використаний комплексний метод досліджень, що включає в себе аналіз і узагальнення наявного технологічного досвіду і літературних джерел; теорію планування експерименту; теорію пружності; метод кінцевих елементів; імітаційне моделювання стійкості оголень; теорію статистики; моделювання випуску обваленої руди з очисних блоків на моделях з еквівалентних матеріалів; багатофакторний аналіз; промисловий експеримент.

Результати власних попередніх досліджень та розробок, які покладено в основу роботи:

До цього здійснювались лише вибіркові фрагментарні дослідження окремих територій Криворізького залізорудного басейну, де спостерігались прояви деформацій денної поверхні і надр техногенного характеру, або є ознаки імовірної загрози їх появи найближчим часом.

2.2. Розкрити основні ідеї дослідження, яким чином вони втілювались: Ідея роботи полягає у використанні закономірностей впливу основних геотехнічних факторів, що характеризують трансформований гірничими роботами масив, на прояви гірського тиску та стійкість підземних штучних споруд, поведінку конструктивних елементів просторової системи «закладка-гірський масив» та денної поверхні при закладанні виробленого простору відходами гірничодобувної промисловості, також у врахуванні взаємодії середовищ різної генези на контакті обваленої руди та породи і штучного закладного масиву.

2.3. Навести основні гіпотези, які лягли в основу дослідження, як вони підтверджувались або спростовувались, перетворювались на теорію чи концепцію:

Практично всі завдання досліджень, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети, вирішуються уперше, оскільки видобуток залізних руд на глибинах 1500м здійснюється лише в Криворізькому залізорудному басейні і не має аналогів у світовій практиці.

Деякі дослідження проблематики за напрямом проекту виконувалися для умов видобутку залізної руди на Запорізькому залізорудному комбінаті, який застосовує системи розробки із закладкою виробленого простору на глибинах до 1000м. Середньорічна продуктивність праці одного працівника на ЗЗРК в 1,45 рази вище, ніж на підземних рудниках Кривбасу, витрати на 1 грн. товарної продукції на 21% нижче, а рентабельність в 4,6 рази вище.

На руднику Локербі (Канада) після відпрацювання камери першої черги заповнюються твердіючою сумішшю. Таким же матеріалом заповнюються і відпрацьовані камери другої черги. Ділянки третьої і четвертої черг заповнюються гідрозакладкою без додавання в'язучого, що знижує собівартість видобутку. У загальному вигляді витрати на закладні роботи складають 25% собівартості видобутку руди.

На руднику Маунт Айза (Австралія) відпрацювання покладу здійснюється за схемою камера-цілик. Після відпрацювання камер першої черги їх заповнюють твердіючою закладкою, що складається з подрібнених пустих порід просочених цементним розчином. Після затвердіння закладний масив характеризується межею міцності на стиск 1-1,4 МПа при бічному тиску 0,105 МПа. Цього достатньо для забезпечення стійкості вертикального оголення цілика на висоту 35-40 м при відпрацюванні камер другої черги.

Характерним недоліком розглянутих технологій є підвищена собівартість видобутку руди за рахунок застосування дорогих твердіючих сумішей. Тому при видобутку втрачених руд і магнетитових кварцитів, на наш погляд доцільно застосовувати в якості закладки відходи гірничовидобувного виробництва, що знизить собівартість та підвищить ефективність ресурсозберігаючих технологій. Такі технології будуть служити зразком дбайливого використання національних багатств України. Крім того, закладка виробленого простору позитивно вплине на стійкість гірського масиву, підвищить довговічність підземних штучних споруд та дозволить зберегти не порушеною денну поверхню.

Тому встановлення закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву та створення наукових основ ресурсозберігаючих екологічно безпечних технологій підземного видобутку багатих залізних руд і магнетитових кварцитів є актуальною науково-технічною проблемою, розв'язання якої має важливе народногосподарське значення.

2.4. Представити нові або оновлені методи та засоби, методику та методологію досліджень, що створені авторами у ході виконання роботи; обґрунтувати, чим вони відрізняються від наявних: Методологічні складові роботи є новими у порівнянні зі світовими та вітчизняними аналогами. Їх суть полягає у тому, що для вирішення завдань проекту автори пропонують розробити єдиний концептуальний підхід, заснований на принципах комплексного обґрунтування закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву з одночасним обґрунтування параметрів випуску обваленої руди, контактуючої з породами різної генези і закладкою, формування наукових основ ресурсозберігаючих екологічно безпечних технологій підземного видобутку багатих залізних руд і магнетитових кварцитів, що відповідає вимогам ефективного вилучення «умовно втрачених» багатих руд і магнетитових кварцитів і не має аналогів у світовій практиці.

2.5. Описати особливості структури та складових проведення дослідження: В ході аналізу перспективних наукових складових, що сприяють розвитку прогресивних технологій підземного видобутку корисних копалин на шахтах Криворізького басейну, встановлено, що найбільш актуальними напрямками у вирішенні проблеми раціонального використання сировинної бази Кривбасу є:

- Обґрунтування закономірностей трансформації напружено-деформованого стану гірського масиву порушеного технологічними виробками, і значними обсягами очисного простору;
- Розробка наукових основ створення принципово нових технологій виймання втрачених багатих руд, що характеризуються високою повнотою вилучення;
- Вдосконалення теорії випуску руди на контакт з пустими породами різної генези при відпрацюванні магнетитових кварцитів з використанням принципів комбінованого відпрацювання покладів камерними системами розробки з твердіючою закладкою камер першої

черги і системами розробки з масовим обваленням для відпрацювання блоків другої черги. З метою недопущення у подальшому руйнівних просідань земної поверхні в зоні підземних гірничих робіт, збереження природного ландшафту передбачається використовувати комплексний підхід, який включає в себе технологію видобутку корисних копалин камерними системами розробки з подальшою утилізацією відходів гірничозбагачувального виробництва у відпрацьованих камерах в якості закладки.

3. ОДЕРЖАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 100 рядків тексту)

3.1. Результати етапів (відповідно до технічного завдання) відобразити у таблиці:

Таблиця 1

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з техн. завданням	Заплановані результати	Отримані результати
1. з 01.01.2017 по 31.12.2017	Дослідження та аналіз закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву. Аналіз світового і вітчизняного досвіду застосування ресурсозберігаючих технологій підземного видобутку корисних копалин з урахуванням показників втрат та розубоження руди в надрах. Розробка теоретичних засад управління показниками вилучення багатих залізних руд і магнетитових кварцитів	Обґрунтування закономірностей трансформації напружено-деформованого стану гірського масиву порушеного штучними технологічними виробками. Розробка наукових основ, що сприяють створенню принципово нових технологій виїмки втрачених багатих руд, що характеризуються високою повнотою вилучення; Вдосконалення теорії випуску руди на контакті з пустими породами при відпрацюванні магнетитових кварцитів з використанням прогресивних технологій	Обґрунтовані концепції дослідження закономірностей трансформації напружено-деформованого стану гірського масиву, порушеного штучними технологічними виробками. Встановлені залежності взаємодії різномодульних гірських та штучних масивів різного походження та уточнені закономірності випуску відбитої руди на контакті з обваленими пустими породами і закладочним масивом.
2. з 01.01.2018 по 31.12.2018	Дослідження та розробка геомеханічних моделей для визначення стійкості оголень очисних камер при	Розроблення та обґрунтування базової математичної моделі, адекватної гірничо-геологічним умовам Криворізького залізорудного басейну. Обґрунтувати концепцію	Розроблені та обґрунтовані базової математичної моделі, адекватні гірничо-геологічним умовам Криворізького залізорудного басейну. Обґрунтована концепція екологічної безпеки при використанні

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з техн. завданням	Заплановані результати	Отримані результати
	відпрацюванні багатих залізних руд і магнетитових кварцитів. Розробка фундаментальних засад екологічної безпеки подальшого видобутку залізних руд за рахунок потенційних технологій утилізації відходів гірничовидобувної промисловості в виробленому просторі шахт.	екологічної безпеки при використанні ресурсозберігаючих технологій видобутку корисних копалин підземним способом.	ресурсозберігаючих технологій видобутку корисних копалин підземним способом.
3. з 01.01.2019 по 31.12.2019	Обґрунтування фундаментальних базових принципів визначення закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву. Розробка наукових основ ресурсозберігаючих технологій підземного видобутку втрачених залізних руд і магнетитових кварцитів з метою збереження потенціалу Криворізького залізорудного басейну.	Підготувати методики та рекомендації щодо використання закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву. Вирішення соціально-економічної проблеми збереження потенціалу підземного Кривбасу. Розроблення типових паспортів ресурсозберігаючих систем розробки та практичних рекомендацій, які дозволять вирішити проблему збереження потенціалу Криворізького залізорудного басейну	Підготовлені методики та рекомендації щодо використання закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву. Вирішені соціально-економічні проблеми збереження потенціалу підземного Кривбасу. Розроблені типові паспорти ресурсозберігаючих систем розробки та практичні рекомендації, які дозволяють вирішити проблему збереження потенціалу Криворізького залізорудного басейну

3.2. Визначити, чи одержане нове знання та нове розуміння предмету дослідження, і

сформулювати, у чому саме вони полягають. Розкрити зміст одержаного знання у вигляді детального представлення нових положень, суджень. Докладно розкрити форми одержаних результатів - навести описи теорій, концепцій, закономірностей, моделей, властивостей, механізмів які створено, змінено та/або доповнено у роботі:

Предметом дослідження є технології підземного видобутку залізних руд і магнетитових кварцитів, що забезпечать створення ресурсозберігаючих технологій видобутку руд та раціональне використання сировинної бази Криворізького басейну.

Авторами одержане нове знання в області геомеханічних досліджень та фізичного моделювання напружено-деформованого стану масиву на моделях з еквівалентних матеріалів.

Одержане нове розуміння предмету дослідження при розрахунках величини максимальних напружень в міжповерхових ціликах та визначенні величини деформації денної поверхні при камерному вийманні магнетитових кварцитів.

Удосконалено базові моделі, які відповідають різним формам стелин: горизонтальна стелина; стелини шатрової форми (з різними кутами утворення шатра та їх положенням у просторі відносно головних напружень); склепінчаста форма стелини з змінним радіусом кривизни склепіння; похила стелина з різними кутами нахилу стелини (від 20° до 70°).

Виконано моделювання динаміки змін напружено-деформованого стану стелин та оточуючого масиву гірських порід методом кінцевих елементів. Доведено, що за однакових умов найвищу стійкість має стелина склепінчастої форми з невеликим радіусом кривизни, що дає можливість уникнути утворення у кутових зонах камери концентрацій підвищених стискуючих напружень. Застосування такої форми забезпечує стійкість стелин навіть у рудах нижче середньої міцності ($f = 4-6$ балів) за професором М.М.Протод'яконовим на глибинах до 1700м.

Встановлено, що основні недоліки технологій з твердіючою закладкою очисного простору (висока собівартість), та з породним заповненням камер (незначна стійкість і високе засмічення руди) не дозволяють високоефективно використовувати зазначені технології при підземному видобутку магнетитових кварцитів.

Авторами запропонована новітня технологія комбінованої закладки камер з каркасом із твердіючої закладки та породним модулем всередині сформованої структури, так звану «каркасно-модульну» технологію, яка дозволяє формувати достатньо стійкий масив при зниженій собівартості закладних робіт.

Обґрунтованість і достовірність положень, висновків і рекомендацій підтверджені коректним узгодженням результатів аналітичних досліджень з даними лабораторних дослідів і натурних спостережень (похибка не перевищує 10-15 %) в умовах шахт Криворізького басейну.

3.3. Визначити, які із результатів і як само були науково обґрунтовані та доведені, як вони пов'язані із закономірностями організації та розвитку природи, суспільства людини, їх взаємозв'язків. Чи є одержані результати достатньо надійними для різних контекстів застосування та використання: Практична цінність очікуваних результатів для потреб розвитку країни та загальнолюдської спільноти полягає в розробці та створенні:

- методичного обґрунтування та розробці практичних рекомендацій щодо ефективних напрямків збереження потенціалу Криворізького залізрудного басейну за рахунок управління показниками вилучення багатих руд і магнетитових кварцитів та утилізації відходів гірничовидобувної промисловості в виробленому просторі шахт;
- розробці методики проектування і типових паспортів систем розробки, які дозволяють вирішити проблеми збереження потенціалу Криворізького залізрудного басейну;
- розробці виробничо-експериментальних методів спостережень трансформації напружено-деформованого стану геосистеми залізрудного басейну;
- узагальнення параметрів геомеханічного стану рудопородного масиву в зоні гірничих робіт;
- створенні та обґрунтуванні параметрів екологічно безпечної технологій утилізації відходів гірничовидобувної промисловості в виробленому просторі шахт.

Розроблені фундаментальні засади екологічної безпеки подальшого видобутку залізних руд за рахунок потенційних технологій утилізації відходів гірничовидобувної промисловості в виробленому просторі шахт можуть бути використані для різних способів підземного видобутку корисних копалин.

3.4. Довести наукову новизну результатів на основі їх змістовного порівняння з існуючими аналогами у світовій науці, посилаючись на конкретні публікації. Список цих публікацій навести у Додатку 1. Довести переваги отриманих наукових

результатів над аналогами, розмежуватись із суміжними науковими напрацюваннями світової спільноти вчених: Робота, яка виконується, є міждисциплінарною. Так у працях Ступніка М.І. доведено, що процеси трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву впливають на технологію видобутку руд, особливо на значних глибинах. Калініченко В.О. виконав дослідження з метою розробки ресурсозберігаючих технологій підземного видобутку залізних руд і магнетитових кварцитів з можливістю утилізації відходів гірничодобувних підприємств у виробленому просторі шахт. У працях Моркуна В.С. розроблено критерії, моделі та методи адаптивного керування технологічними процесами гірничого виробництва, методи і засоби неруйнівного контролю характеристик технологічних потоків на основі різних типів ультразвукових хвиль та гамма-випромінювання. У працях Федько М.Б. встановлено, що вирішення соціально-економічної проблеми збереження потенціалу Криворізького залізорудного басейну можливо, перш за все, за рахунок досягнення глибини розробки багатих залізних руд до 1700-1800м. або підземного відпрацювання бідних залізних руд - магнетитових кварцитів, які є високоякісною сировиною для виробництва залізорудного концентрату з вмістом заліза до 70 %. У працях Н. В. Моркун розглянуто методи моделювання нелінійних динамічних об'єктів гірничого виробництва, формування оптимальних способів керування багатоконтурними структурами та багатокритеріального керування нелінійними динамічними об'єктами з розподіленими параметрами. У працях В. В. Троня розглянуто питання розробки математичних моделей ієрархічних структур та синтезу автоматизованого керування організаційно-технічними об'єктами гірничого виробництва. За напрямом теми дослідження на кафедрі підземної розробки родовищ корисних копалин в межах другої половини робочого дня виконано дослідження в рамках НДР «Розробка інформатизованих систем моніторингу і керування процесами взаємодії полів напружено-деформованого стану масиву при формуванні відкритих гірничих виробок і штучних підземних споруд» №0115U003179. В той же час, вже реалізовані дослідження потребують продовження, доповнення і вдосконалення. Враховуючи те, що дана проблема є фундаментальною, до її вирішення задіяні додаткові фахівці з високим науковим потенціалом.

4. ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ (до 50 рядків)

4.1. Обґрунтувати цінність результатів для світової та вітчизняної науки та для продовження фундаментальних та/або прикладних досліджень: Результати роботи мають інвестиційну привабливість, є конкурентоспроможними в гірничовидобувній промисловості при видобутку залізних руд підземним способом. Практична цінність очікуваних результатів для потреб розвитку країни та загальнолюдської спільноти полягає в розробці та створенні:

- методичного підґрунтя розробки практичних рекомендацій та ефективних напрямків збереження потенціалу Криворізького залізорудного басейну за рахунок управління показниками вилучення багатих руд і магнетитових кварцитів та утилізації відходів гірничовидобувної промисловості в виробленому просторі шахт;
- розробці методичних вказівок і типових паспортів систем розробки, які дозволяють вирішити проблеми збереження потенціалу Криворізького залізорудного басейну;
- створенні та обґрунтуванні екологічно безпечної технології утилізації відходів гірничовидобувної промисловості в виробленому просторі шахт.
- розроблені ресурсозберігаючі технології підземного видобутку багатих залізних руд і магнетитових кварцитів з метою збереження потенціалу Криворізького залізорудного басейну;
- розроблені ресурсозберігаючі технології підземного видобутку уранових руд в умовах ДП «СхідГЗК».

4.2. Довести цінність результатів для підготовки фахівців у системі освіти, зокрема фахівців вищої кваліфікації. Відокремити використання очікуваних результатів від науково-методичних завдань, що виконуються викладачами у межах їх основної педагогічної діяльності. Навести у Додатку 2 до цього Аногованого звіту теми досліджень магістрантів (студентів), аспірантів і докторантів, кількість місяців їх роботи за темою з оплатою: Результати використовуються при викладанні лекційних курсів з дисциплін «Технологія підземної розробки родовищ корисних копалин » та «Нові технології підземної розробки родовищ корисних копалин».

Цінність результатів для підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації полягає у використанні результатів досліджень при підготовці 2 докторських дисертацій доцентами Калініченко О.В. та

Письменим С.В. та 3 кандидатських дисертацій аспірантами Косенко А.В, Грищенко М.А. та Ковбиком К.М, які беруть участь у виконанні проекту з оплатою праці. Крім того, тематика проекту пов'язана з тематикою випускних кваліфікаційних робіт магістрантів Макогонова А.В. «Вивчення і обґрунтування схем і параметрів буровибухових робіт при відпрацюванні потужних покладів міцних залізистих кварцитів», наук. керівник проф. Ступнік М.І., Малахова М.А. «Дослідження технології випуску відбитої руди із очисних блоків та розробки комп'ютерної моделі процесу випуску руди в умовах шахт Кривбасу», наук. кер. проф. Калініченко В.О., Мурашкіна А.В. «Дослідження та удосконалення технології відробки покладів природно-багатих залізних руд в умовах шахти «Гвардійська» ПАТ «Кривбасзалізрудком» на базі використання самохідного гірничого обладнання», наук. кер. проф. Калініченко В.О.

5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ТЕМОЮ

(зазначати виключно доробок, серед авторів яких 50% і більше належать до колективу виконавців, визначеного у Таблиці 9. Оцінюючи наукові праці на відповідність темі, меті, предмету та завданням дослідження, експерт має право не зараховувати їх у разі повної невідповідності)

5.1. Перелік опублікованих статей в журналах, що індексуються у наукометричній базі Scopus та/або Web of Science Core Collection (WoS) (або Index Copernicus для суспільних та гуманітарних наук) відповідно до таблиці 2 (окремо за кожною наукометричною базою):

Таблиця 2

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити</u> <u>прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
1	<u>Калініченко О.В.</u> Підвищення показників вилучення залізних руд при випуску обваленої рудної маси на контакт з твердіючим штучним масивом. - Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. - Кривий Ріг. - 2017. - Вип. 45. -С.118-122.	Index Copernicus
2	<u>Калініченко В.О., Ступнік М.І., Федько М.Б., Калініченко О.В., Музика І.О., Письменний С.В.</u> Удосконалення методики визначення параметрів буровибухових робіт з урахуванням напружено-деформованого стану масиву при його обваленні на похиле оголення. - Гірничий вісник: наук.-техн. збірник. - Кривий Ріг. - 2017. - Вип. 45. -С. 47-53.	Index Copernicus
3	<u>Тарасютин В. М., Косенко А. В.</u> Ресурсосберегающие технологии очистной выемки богатых железных руд на глубоких горизонтах шахт. - Вісник КНУ: Зб. наук. праць. - 2017. - Вип. 45. -С. 85-92.	Index Copernicus
4	<u>Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю.</u> Технологія відпрацювання потужних крутоспадних рудних покладів. - Вісник Криворізького національного університету; зб.наук. праць. - Кривий Ріг. - 2017. - Вип.45. -с.47.	Index Copernicus

5.2. Перелік опублікованих за темою англomовних статей та тез доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються у наукометричній базі Scopus або WoS (або Index Copernicus для суспільних та гуманітарних наук) відповідно до таблиці 3 (окремо за кожною наукометричною базою):

Таблиця 3

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити</u> <u>прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
1	<u>Muzyka I., Poddubny B., Kupin A., Savytskyi O., Ruban S., Kharlamenko V.</u> Information Technology for Processing of Industrial Big Data with Distributed Infrastructure on the Basis of Smart Agents and Parallel Algorithms. - International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR). - 2017. - Vol. 7. - Issue 9. -P. 25-29.	Scopus.

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
2	<u>Muzyka I., Kupin A., Vdovichenko I., Kuznetsov D.</u> Development of an intelligent system for the prognostication of energy produced by photovoltaic cells in smart grid systems. - EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. - 2017. - Vol. 5. - No 8(89). -P. 4-9.	Scopus.

5.3. Перелік опублікованих статей у виданнях, що входять до переліку фахових видань України (окремо статті у журналах, що рекомендовані секціями Наукової ради МОН), а також статей у закордонних журналах, які не увійшли до підпунктів 1 і 2 пункту 5, та охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності відповідно до таблиці 4:

Таблиця 4

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії, або вихідні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
1	<u>Кушнерьов І.П.</u> Шляхи удосконалення камерних систем розробки. - Матеріали науково-технічної інтернет-конференції "Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі" 2017. - Режим доступу: http://knu.edu.ua/nauka/konferentsyi%2Dseminari%2Dna%2Dbazi%2Dknu/mizhнародna-naukovo-tehnichna-interhet-konferentsia#7yktuIultcs .
2	<u>Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю.</u> Способи відпрацювання міжкамерних ціликів та стелин. - Матеріали науково-технічної інтернет-конференції "Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі" 2017. - Режим доступу: http://knu.edu.ua/nauka/konferentsyi%2Dseminari%2Dna%2Dbazi%2Dknu/mizhнародna-naukovo-tehnichna-interhet-konferentsia#7yktuIultcs .
3	<u>Письменний С.В.</u> Методика визначення активної зони склепоутворення на контурі підземно-транспортної виробки при комбінованій розробці залізрудних родовищ. - Вісник Національного технічного університету "ХПІ". - Збірник наукових праць. Серія : Механіко-технологічні системи та комплекси. - Х.: НТУ "ХПІ". - 2017. - № 16 (1238). -С. 99-106.
4	<u>Письменна Т.Г., Письменний С.В., Куліковська О.Є.</u> Дослідження процесу відчуження земельних ділянок на користь гірничодобувного підприємства з підземним способом видобутку в умовах землекористування шахти «Тернівська» ПАТ «Кривбасзалізрудком». - Металлургическая и горнорудная промышленность. - 2017. - № 6. -С. 121-128.
5	<u>Письменный С.В.</u> Определение показателей извлечения руды при отработке сложноструктурных рудных залежей Криворожского железорудного бассейна. - Качество минерального сырья. - Кривой Рог: ФЛП Чернявский Д.А. - 2017. - С. 193-198.
6	<u>Тарасютин В.М., Косенко А.В., Кушнерёв И.П., Федько М.Б.</u> Прогрессивные ресурсосберегающие технологии раздельной очистной выемки разнорудовых железных руд шахт Кривбасса. - «Інноваційні технології в науці та освіті. Європейський досвід» (21-24.11.2017 р.). - Міжнародна конференція. - Відень. - 2017. -с. 185-189.
7	<u>Ступнік М.І., Калініченко В.О., Калініченко О.В., Кривенко Ю.Ю.</u> , патент 114837 Україна, МПК E21F 15/00, E21C 41/16. Спосіб відпрацювання рудного покладу із закладкою відкритого очисного простору; заявлено 19.08.16; Опубліковано . 27.03.17, Бюл. №6.
8	<u>Ступнік М.І., Калініченко В.О., Федько М.Б., Калініченко О.В., Хівренко О.Я.</u> ; патент 118117 Україна, МПК E21C 41/16. Спосіб розробки крутоспадних потужних рудних покладів заявлено 23.01.17; опубл. 25.07.17, Бюл. №14.
9	<u>Ступнік М.І., Калініченко В.О., Хівренко О.Я., Федько М.Б.</u> патент 121395 Україна, МПК E21C 41/22. Спосіб розробки крутоспадних потужних рудних покладів заявлено. 07.04.17;

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії, або вихідні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u>, зазначених у списку виконавців
	опубл. 11.12.17, Бюл. №23

5.4. Перелік опублікованих монографій відповідно до таблиці 5:

Таблиця 5

№	Повні дані про монографії; <u>підкреслити прізвища авторів</u>, зазначених у списку виконавців
1	<u>Ступнік М.І.</u> , <u>Калініченко В.О.</u> Монографія “Підземна розробка рудних родовищ під налягаючими глиновмісними породами”. - Видавець ФОП Бурова О.А. - 2017. - 240 стор.
2	<u>Ступнік М.І.</u> , <u>Калініченко В.О.</u> , <u>Федько М.Б.</u> , <u>Письменний С.В.</u> , <u>Калініченко В.О.</u> , <u>Панова С.М.</u> , <u>Музика І.О.</u> Монографія “Визначення закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву з метою створення ресурсозберігаючих технологій видобутку руд”. - Видавець ФОП Бурова О.А. - 2019. - 214 стор.

5.5. Перелік опублікованих підручників, навчальних посібників, словників, довідників відповідно до таблиці 6:

Таблиця 6

№	Повні дані про підручники, навчальні посібники, словники, довідники; <u>підкреслити прізвища авторів</u>, зазначених у списку виконавців
1	<u>Калініченко В.О.</u> , <u>Колосов В.О.</u> , <u>Ступнік М.І.</u> , <u>Федько М.Б.</u> Підручник “Підземна розробка рудних родовищ”. - Кривий Ріг. - Видавець ФОП Бурова О.А. - 2017. - 360 стор.
2	<u>Калініченко В.О.</u> , <u>Ступнік М.І.</u> , <u>Федько М.Б.</u> підручник “Визначення технологічних параметрів підземної розробки рудних родовищ”. - Кривий Ріг. - Видавець ФОП Бурова О.А. - 2017. - 280 стор.
3	<u>Музика І.О.</u> , <u>Сьомочкіна С.В.</u> Практикум. Навчальний посібник “Проектування комп’ютерних систем та мереж”. - Кривий Ріг. - Видавець ФОП Бурова О.А. - 2017.-180с.

5.6. Перелік захищених виконавцями проекту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук та кандидата наук відповідно до таблиці 7:

Таблиця 7

№	Інформація про дисертацію
1	Калініченко О. В. «Наукові основи управління напружено-деформованим станом масиву при формуванні штучних підземних споруд». Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин. – Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет» Міністерства освіти і науки України, Кривий Ріг, 2017. Наукові основи управління напружено-деформованим станом масиву при формуванні підземних штучних споруд. – На правах рукопису.

5.7. Кількість грантів, за якими працювали виконавці дослідження, що фінансувались закордонними організаціями (з відповідним підтвердженням від закладу вищої освіти (наукової установи), посиленням на сайт грантового проекту або офіційним листом від грантодавця) відповідно до таблиці 8:

Таблиця 8

№	ПІБ виконавців	Назва дослідження за грантом	Фінансування, тис. гривень
1	Ступнік М.І., Калініченко О.В., Музика І.О.	Higher engineering training for environmentally sustainable industrial development (HETES) 543966-TEMPUS-1-2013-1-BE-TEMPUS-JPCR.	€ 986,5 тис. = ₴ 29595,0 тис.грн

6. ВИКОНАВЦІ ДОСЛІДЖЕННЯ (з оплатою в межах дослідження)

- доктори наук: 3, кандидати наук: 16;
- молоді вчені: 3, з них кандидатів: 3, докторів: 0, докторантів: 0;
аспірантів: 0
- наукові працівники без ступеня: 1;
- інженерно-технічні кадри: 1, допоміжний персонал: 0; студенти: 0.
Р а з о м : 21.

Таблиця 9

Виконавці дослідження (з оплатою в межах дослідження)

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
1	Моркун Володимир Станіславович	д-р техн. наук	проф.	Проректор з наукової роботи . Криворізький національний університет	68
2	Федько Михайло Борисович	канд. техн. наук	доц.	Доцент кафедри підземної розробки родовищ корисних копалин. Криворізький національний університет	59
3	Тронь Віталій Валерійович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	34
4	Музика Іван Олегович	канд. техн. наук	доц.	Доцент кафедри комп'ютерних систем і мереж. Криворізький національний університет	33
5	Панова Світлана Миколаївна	канд. техн. наук	доц.	Доцент кафедри екології . Криворізький національний університет	64
6	Калініченко Олена Всеволодівна	канд. екон. наук	доц.	Доцент кафедри підземної розробки родовищ корисних копалин. Криворізький національний університет	40
7	Кушнерьов Іван Петрович	канд. техн. наук	доц.	Доцент кафедри підземної розробки родовищ корисних копалин. Криворізький національний університет	70
8	Тарасютін Віктор Михайлович	канд. техн. наук	доц.	Доцент кафедри підземної розробки родовищ корисних копалин. Криворізький національний університет	67
9	Письмений Сергій Васильович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри підземної розробки родовищ корисних копалин. Криворізький національний університет	43

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
10	Ртищев Сергій Андрійович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри менеджменту і адміністрування . Криворізький національний університет	38

Рішення вченої (наукової, науково-технічної) ради від "28" січня 2020р., протокол № 5 щодо завершення дослідження

Керівник дослідження

Ступнік М.І.

**Проректор із наукової роботи
(Керівник наукової установи)**

МП

(ініціали, прізвище)

Додаток 1. Список основних публікацій закордонних та вітчизняних вчених, на які посилаються автори для доведення наукової новизни власних результатів

№	Повні дані про статті
1	У працях Ступніка М.І. доведено, що процеси трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву впливають на технологію видобутку руд, особливо на значних глибинах.
2	У працях Калініченко В.О. виконав дослідження з метою розробки ресурсозберігаючих технологій підземного видобутку залізних руд і магнетитових кварцитів з можливістю утилізації відходів гірничодобувних підприємств у виробленому просторі шахт.
3	У працях Моркуна В.С. розроблено критерії, моделі та методи адаптивного керування технологічними процесами гірничого виробництва, методи і засоби неруйнівного контролю характеристик технологічних потоків на основі різних типів ультразвукових хвиль та гамма-випромінювання.
4	У працях Н. В. Моркуна розглянуто методи моделювання нелінійних динамічних об'єктів гірничого виробництва, формування оптимальних способів керування багатоконтурними структурами та багатокритеріального керування нелінійними динамічними об'єктами з розподіленими параметрами.
5	У працях Федько М.Б. встановлено, що вирішення соціально-економічної проблеми збереження потенціалу Криворізького залізрудного басейну можливо, перш за все, за рахунок досягнення глибини розробки багатих залізних руд до 1700-1800м. або підземного відпрацювання бідних залізних руд - магнетитових кварцитів, які є високоякісною сировиною для виробництва залізрудного концентрату з вмістом заліза до 70 %.
6	У працях В. В. Троня розглянуто питання розробки математичних моделей ієрархічних структур та синтезу автоматизованого керування організаційно-технічними об'єктами гірничого виробництва. За напрямом теми дослідження на кафедрі підземної розробки родовищ корисних копалин в межах другої половини робочого дня виконано дослідження в рамках НДР №0117U001969. В той же час, вже реалізовані дослідження потребують доповнення і вдосконалення. Враховуючи те, що дана проблема є фундаментальною, до її вирішення задіяні додаткові фахівці з високим науковим потенціалом.

Додаток 2. Дані про магістрантів (студентів), аспірантів і докторантів, які працювали за темою з оплатою праці

№ з/п	ПІБ	Статус	Назва досліджень	Кількість місяців роботи з оплатою
1	Грищенко М.А.	аспірант	Розроблення принципів технологічних схем підземного видобутку природно-багатих руд і магнетитових кварцитів	2 місяці
2	Ковбик К.М.	аспірант	Дослідження та розробка раціональних способів транспортування відходів гірничо-видобувної промисловості на денній поверхні шахт	1 місяць

Додаток 3. Анотації українською мовою статей, що наведені у Таблиці 2

№	Назви статей та їх анотації
1	<u>Калініченко О.В.</u> Підвищення показників вилучення залізних руд при випуску обваленої рудної маси на контакт з твердіючим штучним масивом. - Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. - Кривий Ріг. - 2017. - Вип. 45. -С.118-122.
2	<u>Калініченко В.О., Ступнік М.І., Федько М.Б., Калініченко О.В., Музика І.О., Письменний С.В.</u> Удосконалення методики визначення параметрів буровибухових робіт з урахуванням напружено-деформованого стану масиву при його обваленні на похиле оголення. - Гірничий вісник: наук.-техн. збірник. - Кривий Ріг. - 2017. - Вип. 45. -С. 47-53.
3	<u>Тарасютин В. М., Косенко А. В.</u> Ресурсосберегающие технологии очистной выемки богатых железных руд на глубоких горизонтах шахт. - Вісник КНУ: Зб. наук. праць. - 2017. - Вип. 45. -С. 85-92.
4	<u>Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю.</u> Технологія відпрацювання потужних крутоспадних рудних покладів. - Вісник Криворізького національного університету; зб.наук. праць. - Кривий Ріг. - 2017. - Вип.45. -с.47.

Додаток 4. Анотації українською мовою монографій, що наведені у Таблиці 5

№	Назви монографій та їх анотації
1	<u>Ступнік М.І., Калініченко В.О.</u> Монографія “Підземна розробка рудних родовищ під налягаючими глиновмісними породами”. - Видавець ФОП Бурова О.А. - 2017. - 240 стор. Представлена монографія присвячена визначенню параметрів технології підземних робіт з формуванням стійкого стану фазово-неоднорідного масиву з використанням геомеханічних властивостей і закономірностей проникнення глинистих порід при розробці крутоспадних рудних покладів на шахтах Кривбасу.
2	<u>Ступнік М.І., Калініченко В.О., Федько М.Б., Письменний С.В., Калініченко В.О., Панова С.М., Музика І.О.</u> Монографія “Визначення закономірностей трансформації напружено-деформованого стану порушеного виробками гірського масиву з метою створення ресурсозберігаючих технологій видобутку руд”. - Видавець ФОП Бурова О.А. - 2019. - 214 стор.

Додаток 5. Анотації захищених виконавцями дослідження дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук та кандидата наук, що наведені у Таблиці 7

№	Назви дисертацій та їх анотації
1	Калініченко О. В. «Наукові основи управління напружено-деформованим станом масиву при формуванні штучних підземних споруд». Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин. – Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет» Міністерства освіти і науки України, Кривий Ріг, 2017. Наукові основи управління напружено-деформованим станом масиву при формуванні підземних штучних споруд. – На правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин. – Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет» Міністерства освіти і науки України, Кривий Ріг, 2017. Дисертація присвячена розв’язанню проблеми розвитку наукових основ управління напружено-деформованим станом масиву за рахунок уточнення закономірностей взаємодії полів напружень при формуванні штучних підземних споруд. Визначено фундаментальні закономірності й встановлено ключові залежності трансформації напружено-деформованого стану масиву на прикладі впливу відкритого очисного простору 40 відпрацьованих камер тривалого консервування шахти «Гігант-Глибока». Встановлено універсальні адаптивні показники величини максимальних напружень у горизонтальних, шатрових, склепистих і похилих стелинах очисних камер залежно від глибини розробки, кута нахилу та кривизни стелини, а також диференційованої міцності залізних руд. Доведено, що при відпрацюванні багатих залізних руд на великих глибинах системами підповерхового обвалення необхідно використовувати вертикальні й похилі компенсаційні камери. При відпрацюванні багатих залізних руд камерними системами розробки на глибинах понад 1500 м ключовою вимогою є перехід на шатрові та склепоподібні стелини, які забезпечують максимальну стійкість в умовах високого гірського тиску.

Додаток 6. Короткий зміст (анотації) досліджень за грантами, що наведені у Таблиці 8

№	Назви досліджень за грантом та їх анотації
1	Higher engineering training for environmentally sustainable industrial development (HETES) 543966-TEMPUS-1-2013-1-BE-TEMPUS-JPCR. Запропонована програма присвячена дослідженню та аналізу проблем та перспектив розвитку інженерних спеціальностей в умовах євроінтеграції майбутніх інженерів у світовий науковий та виробничий простір. Стажування в провідних європейських освітніх центрах дозволило визначити основні напрямки удосконалення системи якості підготовки фахівців з інженерних спеціальностей в умовах євроінтеграції Українських вишів згідно європейських норм та стандартів.

Керівник дослідження

МП

Ступнік М.І.
(ініціали, прізвище)