

Секція: Нові технології екологічно чистого виробництва та будівництва, охорони навколишнього природного середовища, видобутку та переробки корисних копалин; хімічні процеси та речовини в екології; раціональне природокористування

Назва проекту: Оптимізація процесу буріння свердловин на основі визначення фізико-механічних і хіміко-мінералогічних характеристик гірської породи

Назва напрямку секції: 4. Видобуток та переробка корисних копалин

Організація-виконавець: Криворізький національний університет

Адреса: 50011, м. Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича, 11

Назва пріоритетного тематичного напрямку Конкурсу проектів наукових робіт та науково-технічних (експериментальних) розробок молодих вчених: Нові технології екологічно чистого виробництва та будівництва, охорони навколишнього природного середовища, видобутку та переробки корисних копалин; хімічні процеси та речовини в екології; раціональне природокористування

АВТОРИ ПРОЕКТУ:

Керівник проекту (П.І.Б.): Моркун Наталя Володимирівна

Науковий ступінь: д-р техн. наук **вчене звання:** доц.

Місце основної роботи: Криворізький національний університет

Посада: доцент кафедри комп'ютерних наук та ком.-інтегров. тех-гій

Тел.: 056 409-06-35 **E-mail:** intelpat@ukr.net

Дата народження: 1979-12-07

Відповідальний виконавець проекту (П.І.Б., науковий ступінь, вчене звання, посада): Тронь Віталій Валерійович, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри інформатики, автоматизації і систем управління.

Тел.: 056 409-06-38 **E-mail:** vtron@ukr.net

Дата народження: 1985-03-25

Проект розглянуто й погоджено рішенням вченої (наукової, науково-технічної) ради (Криворізький національний університет) від "16" серпня 2017р., протокол № 2.

Керівник проекту:

_____ Н.В. Моркун

підпис

"__" _____ 2017 р.

Ректор

Криворізький національний університет

_____ М.І. Ступнік

підпис

"__" _____ 2017 р.

МП

Секція: Нові технології екологічно чистого виробництва та будівництва, охорони навколишнього природного середовища, видобутку та переробки корисних копалин; хімічні процеси та речовини в екології; раціональне природокористування

ПРОЕКТ

наукової роботи молодих вчених, що виконуватиметься за рахунок коштів загального фонду державного бюджету

Назва проекту: Оптимізація процесу буріння свердловин на основі визначення фізико-механічних і хіміко-мінералогічних характеристик гірської породи

Пропоновані строки виконання проекту: з 01.10.2017 по 31.12.2020

Обсяг фінансування (до 3 років): 2299,06 тис. грн., зокрема на 1-й рік 703,31 тис. грн., на 2-й рік 770,05 тис. грн., на 3-й рік 825,7 тис. грн.

1. АНОТАЦІЯ

Проект спрямовано на оптимізацію технології й підвищення енергоефективності та якості керування процесом буріння свердловин при видобутку залізовмісних руд, представлених мінералого-технологічними різновидами, із застосуванням моделі геологічної структури, сформованої на основі даних комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи на основі дослідження закономірностей змінення параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів. В умовах швидкого змінення параметрів процесу буріння свердловин запропоновано використовувати стратегію дворівневої адаптивної оптимізації, яка полягає в одночасному дослідженні процесу буріння і оптимізації керування даним процесом на основі адаптивної нейро-нечіткої системи.

The project is aimed at optimizing the technology and energy efficiency and control quality of drilling wells in the extraction of iron ore, presented several mineralogical and technological species, using the model of the geological structure formed on the basis of the data of the complex operational measurement in the drilling process: the parameters of the drilling rig (drilling speed, torque, energy characteristics) and the characteristics of the rock on the basis of the study of patterns of parameters change of the respectively formed magnetic, radiation and ultrasonic fields. In the conditions of rapid change in the parameters of the well drilling process, it is proposed to use a strategy of two-level adaptive optimization, which is to simultaneously study the drilling process and optimize control of this process on the basis of an adaptive neuro-fuzzy system.

2. ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Прикладна проблема, на вирішення якої спрямовано проект: полягає у встановленні закономірностей змінення у процесі буріння параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у комплексі з параметрами бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики), що дозволить у процесі буріння здійснювати формування моделі геологічної структури та оптимізувати на її основі технологію й підвищити ефективність буріння свердловин при видобутку залізорудної сировини, представленої мінералого-технологічними різновидами.

2.2. Об'єкт наукової роботи, науково-технічної (експериментальної) розробки: технологія буріння свердловин та процеси оптимізації керування процесом буріння при видобутку залізорудної сировини, представленої мінералого-технологічними різновидами.

2.3. Предмет наукової роботи, науково-технічної (експериментальної) розробки: закономірності змінення у процесі буріння параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у комплексі з параметрами бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) для оптимізації даних процесів при видобутку залізовмісних руд, представлених мінералого-технологічними різновидами шляхом формування моделі геологічної структури, критеріїв і методів адаптивної оптимізації процесу буріння.

3. СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК ЗА ТЕМАТИКОЮ

3.1. Аналіз результатів, отриманих авторами проекту за даною проблемою, тематикою, об'єктом та предметом наукової роботи та науково-технічної (експериментальної) розробки; у чому саме полягає внесок згадуваних вчених та чому їх напрацювання потребують продовження, доповнення, вдосконалення: У працях В. В. Троня розглянуто питання розроблення і застосування методів неруйнівного контролю із застосуванням ультразвукового та надвисокочастотного електромагнітного випромінювань до синтезу математичних моделей об'єктів гірничого виробництва. У працях Н. В. Моркун на основі розробленої системи ультразвукових й радіаційних вимірювань характеристик рудного матеріалу запропоновано методи моделювання об'єктів збагачувального виробництва та формування оптимального керування ними. Праці А. В. Пікільняка присвячено питанням використання ультразвукових засобів впливу на керований об'єкт у процесі адаптивного керування в умовах гірничих підприємств. У працях Сердюк О. Ю., Гапоненко І. А., Ільницького А. В., Рицька О. І. розглянуто питання формування математичних моделей процесів видобутку і перероблення залізорудної сировини, а також критеріїв і моделей керування даними процесами.

Виконавці проекту брали участь у виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт: «Дослідження процесів перетворення гамма-випромінювання, ультразвукових об'ємних і поверхневих хвиль на межах гетерофазних середовищ для оптимізації збагачувальних технологій» (№0112U000359), «Розроблення теорії векторного поля розсіяного гамма-випромінювання та перетворення хвиль Лява і Стоунлі в магнітному полі для керування якістю мінеральної сировини» (№0109U002335), «Розробка методу визначення мінералого-технологічних різновидів залізної руди з використанням НВЧ-випромінювання, гамма-випромінювання і високоенергетичного ультразвуку» (№ 0115U003052)

3.2. Аналіз результатів, отриманих іншими вітчизняними та закордонними вченими за даною проблемою, тематикою, об'єктом та предметом наукової роботи та науково-технічної (експериментальної) розробки; окремо проаналізувати напрацювання цих вчених за останні 5 років із посиланням на конкретні публікації: У дослідженнях Xiaowei Pan [1] та Victor Mwango Bowa [2] та інших [8-9] запропоновано підхід до статичної оптимізації процесів буріння у контексті видобутку і перероблення руди, проте недостатньо уваги приділено динамічним процесам, що виникають безпосередньо у процесі буріння свердловини. У працях Yue Z.Q., Lee C.F., Law K.T., Lam L.G. [3] вказано, що достатнім динамічним показником, що характеризують властивості породи, є механічна швидкість буріння. Недоліком такого підходу є те, що в умовах складної геологічної структури залізорудних родовищ даного показника недостатньо і потрібен аналіз більшого числа змінних, що підтверджують результати досліджень [4,5].

У роботі [4] запропоновано визначати тип породи у процесі буріння за двома показниками: є механічна швидкість буріння і крутний момент. Недоліком такого підходу те, що досягнення необхідної точності розпізнавання різновид породи можливе в умовах бінарної геологічної структури, оскільки вказані параметри достатньо точно вказують на гомогенність і міцність гірської породи. За наявності декількох мінералого-технологічних різновидів застосування даного підходу буде ускладненим.

У праці Natalie Beattie [6] для моніторингу процесу буріння використано такі параметри: горизонтальні і вертикальні вібрації, осьовий тиск, крутний момент, швидкість буріння, швидкість обертання тощо. Недоліком даного підходу можна вважати те, що у переліку контрольованих параметрів наявні лише параметри бурової установки і не здійснюється пряме чи непряме вимірювання характеристик породи, що буриться. Аналогічний підхід використано у роботі Jorge Martin [7] для розпізнавання тернарної геологічної структури – з наявністю трьох різновидів породи, що буриться. Однак, як і у попередній роботі розпізнавання різновидів породи головним чином здійснювалось за одним показником (міцністю) та за параметрами бурильної установки без вимірювання характеристик самої породи.

3.3. Перелік основних публікацій (не більше 10-ти) закордонних і вітчизняних вчених (окрім публікацій авторів, що наведені у доробку), які містять аналоги і прототипи та є основою для проекту:

№	Повні дані про статті
1	Xiaowei Pan. Optimization of mineral processing plant through ROM ore size // AGH Journal of Mining and Geoengineering. 2012. Vol 36. No 4. P 123-132.
2	Victor Mwango Bowa. Optimization of blasting design parameters on open pit bench a case study of nchanga open pits // International journal of scientific & technology research. 2015. Vol 4. Issue 9. P 45-51.
3	Yue Z.Q., Lee C.F., Law K.T., Lam L.G. Automatic monitoring of rotary percussive drilling for ground characterization // International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. 2015. Vol 41. P 573-612.
4	Schunnesson H. Rock characterisation using percussive drilling // International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. 2014. 35(6). P 711-725.
5	Schunnesson H., Holme K. Drill monitoring for geological mine planning in the Viscaria copper mine, Sweden // CIM Bulletin. 2015. 90(1030). P 82-89.
6	Natalie Beattie. Monitoring-while-drilling for open-pit mining in a hard rock environment : Master`s thesis. Kingston. Queen`s University. 2012. 127 p.
7	Jorge Martin. Application of pattern recognition techniques to monitoring-while-drilling on a rotary electric blast hole drill at an open-pit coal mine : Master`s thesis. Kingston. Queen`s University. 2013. 213 p.
8	Segui J. B., Higgins M. Blast design using measurement while drilling parameters // Fragblast: International Journal for Blasting and Fragmentation. 2012. Vol 6. No 3-4. P 287-299.
9	Scoble M. J., Peck J., Hendricks C. Correlation between rotary drill performance parameters and borehole geophysical logging // Mining Science and Technology. 2012. Vol 8. P 301-312.

4. МЕТА, ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ТА ЇХ АКТУАЛЬНІСТЬ

4.1. Ідеї та робочі гіпотези проекту: Ідея проекту полягає у тому, що оптимізувати технологію та підвищити ефективність процесу буріння свердловин при видобутку залізорудної сировини, представленої декількома мінералого-технологічними різновидами, можна шляхом формування моделі геологічної структури на основі даних комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи на основі дослідження закономірностей зміння параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів.

Робоча гіпотеза проекту полягає у наявності залежності між геологічною структурою гірського масиву, що буриться у процесі видобутку залізорудної сировини та даними комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів.

4.2. Мета і завдання, на вирішення яких спрямовано проект: Метою досліджень є оптимізація технології й підвищення ефективності та якості автоматизованого керування бурінням свердловин у процесі видобутку залізовмісних руд, представлених мінералого-технологічними різновидами, шляхом визначення закономірностей зміння параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів та характеристик бурової установки і застосування даних закономірностей для оптимізації показників процесу буріння.

Сформульована мета роботи зумовила необхідність розв'язання таких завдань:

- аналіз проблеми підвищення ефективності технології та методів керування процесом буріння свердловин у процесі у процесі видобутку залізовмісних руд із застосуванням інформації про геологічну структуру породи у процесів буріння;
- дослідження закономірностей зміння у процесі буріння свердловин параметрів сформованих

- відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у комплексі з параметрами бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики);
- розроблення методу формування структури моделі геологічної структури породи, що буриться, на основі непрямої інформації про змінення у процесі буріння свердловин параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у комплексі з параметрами бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики);
 - розроблення методу параметричної ідентифікації моделі геологічної структури породи, що буриться, на основі непрямої інформації про змінення у процесі буріння свердловин параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у комплексі з параметрами бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики);
 - розроблення методу оптимізації технології та керування бурінням свердловин у процесі видобутку та перероблення залізорудної сировини на основі моделі геологічної структури;
 - розроблення і апробація технології та системи формування оптимальних параметрів процесу буріння свердловин.

4.3. Обґрунтування актуальності та/або доцільності виконання завдань: Аналіз стану досліджень тематикою проекту виявив значну кількість наукових праць, присвячених дослідженню закономірностей, математичному й імітаційному моделюванню та формалізації процесів буріння свердловин при видобутку та переробленні залізорудної сировини із застосування різних методів оперативного контролю параметрів процесів. Водночас, варто відзначити, що застосування згаданих методів і засобів потребує відповідного математичного апарату, який би дозволив здійснити формалізацію закономірностей зв'язків між параметрами процесу буріння та характеристиками мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, що утворюють гірничу породу. Для розроблення відповідного математичного апарату необхідно виконати дослідження й удосконалення математичних та імітаційних моделей процесів, що протікають у буровій установці та розробити методи оперативного вимірювання і оброблення параметрів згаданих процесів. Одержані результати дозволять підвищити ефективність технології та методів керування процесом буріння свердловин у процесі видобутку залізовмісних руд із застосуванням інформації про геологічну структуру породи у процесів буріння.

Ідея проекту полягає у тому, що оптимізувати технологію та підвищити ефективність процесу буріння свердловин при видобутку залізорудної сировини, представленої декількома мінералого-технологічними різновидами, можна шляхом формування моделі геологічної структури на основі даних комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи на основі дослідження закономірностей змінення параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів. Робоча гіпотеза проекту полягає у наявності залежності між геологічною структурою гірського масиву, що буриться у процесі видобутку залізорудної сировини та даними комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів.

5. ПІДХІД, МЕТОДИ, ЗАСОБИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК ЗА ПРОЕКТОМ

5.1. Визначення підходу щодо виконання наукової роботи та науково-технічної (експериментальної) розробки, обґрунтування її новизни: Основою досліджень за проектом є системний підхід, згідно з яким здійснюється визначення закономірностей змінення у процесі буріння параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів, які у комплексі з результатами оперативного вимірювання у процесі буріння параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) використовуються оптимізації процесів буріння свердловин при видобутку залізовмісних руд, представлених мінералого-технологічними різновидами

Новизною підходу оптимізація технології буріння свердловин із розпізнаванням у процесі буріння мінералого-технологічних різновидів породи шляхом комплексного застосування методів оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість

буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи на основі дослідження закономірностей змінення параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів.

5.2. Нові або оновлені методи та засоби, методика та методологія наукової роботи та науково-технічної (експериментальної) розробки, що створюватимуться авторами у ході виконання проекту: У ході виконання проекту будуть розроблені такі методи: метод структурної ідентифікації моделі геологічної структури у процесі буріння свердловин; метод формування простору інформативних ознак для оперативної актуалізації моделі геологічної структури; метод інтерпретації непрямої інформації для формування моделі геологічної структури; метод формування адаптивного керування процесом буріння на основі моделі геологічної структури; метод параметричної ідентифікації моделі геологічної структури у процесі буріння на основі непрямої інформації; метод формування адаптивної системи для керування процесом буріння на основі моделі геологічної структури; метод розпізнавання мінералого-технологічних різновидів залізної руди для оптимізації процесів буріння; метод формування оптимальної технології буріння свердловин із застосуванням адаптивного керування на основі моделі геологічної структури.

У роботі застосовуватимуться такі методи: аналіз вітчизняного і закордонного досвіду, систематизація наявних підходів і методів оптимізації технології буріння свердловин у процесі видобутку залізорудної сировини для обґрунтування актуальності, мети і задач дослідження; методи математичної статистики й теорії імовірності для оброблення результатів експериментів; методи аналітичного конструювання і комп'ютерного моделювання при синтезі й аналізі моделей і технологій; методи системного аналізу та методи розв'язання оптимізаційних задач при розробці алгоритмів керування; методи чисельного моделювання для синтезу і аналізу моделі геологічної структури; комп'ютерні інформаційні та програмні технології для реалізації та апробації розробленої технології та алгоритмів керування у вигляді програмного забезпечення.

5.3. Особливості структури та складових проведення наукової роботи та науково-технічної (експериментальної) розробки: Особливості структури та складових проведення досліджень полягають у тому, що досягнення мети проекту передбачає комплексні дослідження, складовими яких є: встановлення закономірностей змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин разом з оперативним вимірюванням параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики); дослідження підходів до оперативного контролю характеристик мінералого-технологічних різновидів руди у процесі буріння для формування моделі геологічної структури з використанням магнітних, радіаційних та ультразвукових засобів у поєднанні з засобами оперативного вимірювання параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики); дослідження і формування оптимальної технології буріння свердловин при видобутку мінералого-технологічних різновидів залізної руди. Отже, необхідним є поєднання результатів дослідження у трьох напрямках: теоретичних і практичних досліджень технологій перероблення корисних копалин; методів і засобів контролю їх фізико-механічних та хіміко-мінеральних характеристик; формування інформаційних технологій оброблення одержаної інформації та синтезу динамічних математичних та імітаційних моделей.

6. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ ТА ЇХ НАУКОВА НОВИЗНА

6.1. Докладно представити зміст очікуваних результатів, навести попередні описи методик, суспільних практик, положень, регламентів, пристроїв, технологій, обладнання, стандартів, проектів нормативно-технічних документів, творів, що створюватимуться, змінюватимуться та/або доповнюватимуться авторами: У результаті виконання проекту очікуються такі результати: сформовано напрями підвищення ефективності технології та методів керування процесом буріння свердловин у процесі у процесі видобутку залізистих руд із застосуванням інформації про геологічну структуру породи у процесів буріння; встановлено закономірностей змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин; розроблено метод формування структури моделі геологічної структури породи, що буриться, на основі непрямої інформації щодо змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин; розроблено метод параметричної ідентифікації моделі геологічної структури породи, що буриться, на основі непрямої інформації щодо змінення параметрів магнітних,

радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин; розроблено метод оптимізації технології та керування бурінням свердловин у процесі видобутку та перероблення залізорудної сировини на основі моделі геологічної структури; розроблено технологію та систему формування оптимальних параметрів процесу буріння свердловин.

6.2. Вказати, які з очікуваних результатів можуть бути науково обґрунтованими та доведеними, спиратимуться на закономірності природи, а які - корисними практико-методичними напрацюваннями: Науково-обґрунтованими та доведеними можуть бути такі очікувані результати: закономірності змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин; метод формування структури моделі геологічної структури породи, що буриться, на основі непрямої інформації щодо змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин та параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики); метод параметричної ідентифікації моделі геологічної структури породи, що буриться, на основі непрямої інформації щодо змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин; метод оптимізації технології та керування бурінням свердловин у процесі видобутку та перероблення залізорудної сировини на основі моделі геологічної структури; технологія та система формування оптимальних параметрів процесу буріння свердловин.

Корисними методичними і технічними напрацюваннями можуть бути такі очікувані результати: спосіб формування керованого ультразвукового випромінювання; спосіб формування керованого радіаційного випромінювання; способи структурної та параметричної ідентифікації математичної моделі геологічної структури, спосіб розпізнавання мінералого-технологічних різновидів руди у геологічній структурі.

6.3. Довести наукову (науково-прикладну) новизну результатів наукової роботи та науково-технічної (експериментальної) розробки на основі їх змістовного порівняння з існуючими аналогами у світовій науці на основі посилянь на конкретні публікації (таблиця 1 цієї Форми) та довести переваги отриманого над наявним: Наукова новизна очікуваних результатів наукової роботи полягає у тому, що:

- заплановано встановлення залежностей між геологічною структурою породи, що буриться, у процесі видобутку залізорудної сировини та даними оперативного контролю параметрів процесу буріння, які відрізнятимуться від відомих [3-7] тим, що розпізнавання різновидів породи здійснюється на основі комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи, визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів, що дозволить підвищити точність розпізнавання різновидів породи у процесі буріння;

- заплановано розроблення удосконаленого методу формування нейро-нечіткої моделі геологічної структури у процесі буріння на основі результатів оперативного контролю, який відрізнятиметься від відомих [6 7] тим, що формування моделі здійснюється на основі даних комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: магнітної проникливості гірської породи, поглинання гірською породою гама-випромінювання, поглинання і відбиття ультразвукових хвиль, швидкості буріння, крутного моменту та енергетичних характеристик, що дозволить збільшити точність моделі геологічної структури при розпізнаванні різновидів породи, що буриться;

- заплановано розроблення удосконаленого методу керування процесом буріння із застосуванням результатів оперативного контролю параметрів процесу, який відрізнятиметься від відомих [8-9] тим, що формування керуючих впливів (осьове навантаження на долото та частота обертання) здійснюється залежно від результатів вимірювання комплексу параметрів, до яких відносяться технологічні параметри бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристики різновидів породи, що буриться, оцінка яких здійснюється шляхом вимірювання параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів, що дозволить підвищити якість керування процесом буріння;

- заплановано розроблення удосконаленого методу багатопараметричної оптимізації технології та керування бурінням свердловин у процесі видобутку залізорудної сировини, який відрізнятиметься від відомих [1-2,8-9] тим, що оптимізація здійснюється на основі ієрархічного

критерію, представленого множиною нерівнозначних складових, що доповнена показниками швидкості буріння, крутного моменту, енергетичними характеристиками та характеристики різновидів породи, що буриться, оцінка яких здійснюється шляхом вимірювання параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів, з розрахунком коефіцієнтів відносної важливості частинних критеріїв за адаптивною процедурою, що дозволить підвищити енергоефективність процесу буріння.

7. ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ДЛЯ ЕКОНОМІКИ ТА СУСПІЛЬСТВА

7.1. Визначити та обґрунтувати використання очікуваних результатів для конкретної галузі суспільної практики, вирішення вітчизняних і світових проблем; довести відповідність потребам суспільства та економіки країни, за наявності - потребам світового ринку: Для підвищення ефективності функціонування гірничорудних підприємств України в умовах ринкових відносин необхідне постійне зниження собівартості та енергоємності технологічних процесів видобутку і переробки сировини. Досягнення даної мети суттєво ускладнюється застосуванням застарілого обладнання та підходів до керування технологічними процесами. Зокрема гірничі підприємства характеризуються високою питомою енергоємністю, що складає п'яту частину собівартості продукції. Слід відзначити, що дана проблема характерна й для інших галузей промисловості, загалом енергоємність вітчизняного валового внутрішнього продукту у 2-3 рази перевищує аналогічні показники провідних промислових країн світу.

Дослідження провідних світових та вітчизняних вчених вказують на те, що енергоефективність та ресурсомісткість процесів видобутку і переробки рудної сировини значною мірою визначаються технологією та якістю автоматизованого керування. Отже, очікувані результати: закономірності зв'язків, модель геологічної структури та методи її структурної та параметричної ідентифікації, методи оброблення інформації, технологія та система формування оптимальних параметрів процесу буріння свердловин; дозволять підвищити енергоефективність, знизити засмічення підірваної гірничої маси на понад 3%, а втрати руд на 7%, підвищити якість товарної руди, забезпечити конкурентоспроможність продукції вітчизняних гірничих підприємств.

7.2. Навести запланований перелік практичних методик, положень, регламентів, пристроїв, технологій, обладнання, стандартів, інформаційно-аналітичних матеріалів, творів, рекомендацій, пропозиції до органів влади та інших документів, що можуть бути передані потенційним замовникам для використання поза межами організації-виконавця: Потенційним замовникам для використання поза межами організації-виконавця можуть бути передані такі результати: методика інтерпретації непрямої інформації для формування моделі геологічної структури; методика параметричної ідентифікації моделі геологічної структури; методика розрахунку оптимального керування процесом буріння на основі моделі геологічної структури; методика розрахунку основних елементів системи адаптивного керування процесом буріння.

7.3. За наявності навести результати проведених маркетингових досліджень щодо просування науково-прикладних результатів на світовий/внутрішній ринки та/або запропонувати шляхи подальших маркетингових досліджень, визначити потенційних замовників, навести перелік майбутніх користувачів, з якими вже встановлено договірні відносини (з підтвердженням листами підтримки від представників наукової спільноти, потенційних інвесторів або реального сектору економіки): Потенційними замовниками результатів дослідження є промислові підприємства гірничої промисловості, зокрема гірничо-збагачувальні комбінати (ГЗК): «Асоціація Укррудпром», «АрселорМіттал Кривий Ріг», «Південний ГЗК», «Центральний ГЗК», «Північний ГЗК», «Інгулецький ГЗК», «Полтавський ГЗК»; науково-промислові та проектні підприємства й організації: «Кривбаспроект», «Криворізький інститут автоматики», «Рудпромгеофізика».

7.4. Обґрунтувати цінність очікуваних результатів для світової та вітчизняної науки: Цінність очікуваних результатів для світової та вітчизняної науки полягає у тому, що:

- залежності між геологічною структурою породи, що буриться, у процесі видобутку залізорудної сировини та даними оперативного контролю параметрів процесу буріння, які відрізнятимуться від відомих тим, що розпізнавання різновидів породи здійснюється на основі комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутий момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи,

визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів, що дозволить точність розпізнавання різновидів породи у процесі буріння;

- метод формування нейро-нечіткої моделі геологічної структури у процесі буріння на основі результатів оперативного контролю, який відрізнятиметься від відомих тим, що формування моделі здійснюється на основі даних комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: магнітної проникливості гірської породи, поглинання гірською породою гама-випромінювання, поглинання і відбиття ультразвукових хвиль, швидкості буріння, крутного моменту та енергетичний характеристик, що дозволить збільшити точність моделі геологічної структури при розпізнаванні різновидів породи, що буриться;

- метод керування процесом буріння із застосуванням результатів оперативного контролю параметрів процесу, який відрізнятиметься від відомих тим, що формування керуючих впливів (осьове навантаження на долото та частота обертання) здійснюється залежно від результатів вимірювання комплексу параметрів, до яких відносяться технологічні параметри бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристики різновидів породи, що буриться, оцінка яких здійснюється шляхом вимірювання параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів, що дозволить підвищити якість керування процесом буріння;

- метод багатопараметричної оптимізації технології та керування бурінням свердловин у процесі видобутку залізорудної сировини, який відрізнятиметься від відомих тим, що оптимізація здійснюється на основі ієрархічного критерію, представленого множиною нерівнозначних складових, що доповнена показниками швидкості буріння, крутного моменту, енергетичними характеристиками та характеристики різновидів породи, що буриться, оцінка яких здійснюється шляхом вимірювання параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів, з розрахунком коефіцієнтів відносної важливості частинних критеріїв за адаптивною процедурою, що дозволить підвищити енергоефективність процесу буріння.

7.5. Довести цінність результатів для підготовки фахівців у системі освіти, зокрема вищої кваліфікації, навести прізвища, імена, по батькові та тематику магістрантів і докторантів, що братимуть участь у виконанні проекту: Результати виконання проекту будуть використані для підготовки таких магістерських робіт: Бурнасова Т. П. «Формування структури моделі геологічної структурна основі непрямої інформації»; Ісаченко Є. В.: «Параметрична ідентифікація моделі геологічної структури у процесі буріння свердловин»; Даць А. В. «Оптимізація керування бурінням свердловин на основі моделі геологічної структури»; Куменко С. О. «Розпізнавання мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини у процесі буріння на основі непрямих показників»; Донченко О. І. «Система формування оптимальних параметрів процесу буріння свердловин».

На основі результатів проекту будуть підготовлені дисертація на здобуття наукового ступеня наукового ступеня доктора наук: Тронь В. В. «Оптимальне керування нелінійними організаційно-технічними структурами гірничого виробництва на основі інваріантних геометричних методів моделювання об'єктів з нелінійною динамікою» та доктора філософії: Паранюк Д. І. «Оптимальне керування процесом буріння свердловин на базі адаптивної нейро-нечіткої моделі геологічної структури», Тимошенко М. А. «Оптимізація керування і контролю процесів збагачення залізорудної сировини на основі динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку».

7.6. Довести, що задля одержання наведених науково-прикладних результатів варто витрачати відповідні кошти державного бюджету, що соціально-економічний чи екологічний ефект від впровадження результатів проекту перевищить витрати: Одержання ефекту від використання наведених наукових результатів потребуватиме їх використання у проектах щодо розроблення технологій та систем керування на існуючих або проєктованих гірничих підприємствах чи їх підрозділах. Слід відзначити, що практична реалізація запропонованих наукових результатів передбачає головним чином розроблення інформаційних технологій та програмного забезпечення систем проєктування і керування відповідно до наведених методик. Це дозволяє суттєво зменшити витрати на впровадження, оскільки програмне забезпечення характеризується: достатньо низькими витратами на перенесення та адаптування до нових виробничих умов; високим ступенем надійності, що

забезпечується потужними засобами випробування та налагодження на початкових етапах розробки. Вартість модернізації функціональних можливостей даної технології є достатньо низькою, оскільки потребуватиме головним чином оновлення існуючого програмного і частини технічного забезпечення.

8. ФІНАНСОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИТРАТ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ

8.1. Обсяг витрат на заробітну плату (розрахунок за посадами та кількістю працівників, залучених до виконання, загальний та по роках):

Ця робота буде виконуватись на базі сучасного обладнання науково-дослідних підрозділів Криворізького національного університету.

Виконання науково-дослідного проекту передбачає залучення наступного обладнання:

- дослідно-промислові установки і експериментальна база для фізичного моделювання гірничих технологій;
- аналізатори речового складу досліджуваних середовищ: атомно-абсорбційні спектрофотометри С-600 та С115М1, хроматограф «Цвіт»;
- універсальні вимірювальні комплекси: бета-радіометр «РУБ», ультразвукова вимірювальна система «Пульсар», радіометричні вимірювальні комплекси ПАКС, універсальний радіометр МКС-01, дозиметр ДКС-01;
- датчики та прилади для обробки інформації: амплітудний аналізатор АИ-4096, датчики сцинтиляційні БДЭГ-2-22, 2-23, джерела гамма-випромінювання Am-241 та ін.

Терміни сертифікації та метрологічної повірки обладнання, яке планується використати при виконанні проекту, відповідають встановленим нормам.

На період виконання проекту обсяг витрат на оплату праці становить 1309,5 тис. грн.

Загальна кількість виконавців передбачає: один доктор наук, який буде виконувати роботу за сумісництвом на посаді провідного наукового співробітника. Також до виконання проекту залучені старші наукові співробітники, аспіранти та магістранти, всього на виконання наукового проекту буде залучено – 7 чоловік.

На перший етап (01.10.2017-31.12.2017) фонд оплати праці складає – 92,3 тис. грн. :

- 1 ставка - провідного наукового співробітника середньомісячна заробітна плата – 8200 грн., працівники будуть виконувати роботу за сумісництвом по 0,5 ставки,
- 2 ставки - старшого наукового співробітника середньомісячна заробітна плата - 12300 грн., одна людина працюватиме за основним місцем та сумісництвом на 1,5 ставки, інший за сумісництвом на 0,5 ставки,
- 1 ставка – молодшого наукового співробітника - 2100 грн., виконуватиме роботу за сумісництвом на 0,5 ставки,
- 1- ставка інженера II категорії середньомісячна заробітна плата – 3300 грн., працюватиме за основним місцем та сумісництвом на 1,5 ставки,
- 0,5 ставки – техніка з середньомісячною оплатою 1600 грн., виконуватиме роботу за сумісництвом на 0,5 ставки.

За іншими етапами роботу виконуватимуть вищезазначені працівники і фонд оплати праці складатиме - 01.01.2018 - 31.12.2018 = 414,7 тис. грн.,

01.01.2019 - 31.12.2019 = 448,8 тис. грн.,

01.01.2020 - 30.09.2020 = 353,7 тис. грн.

При визначенні обсягу фонду оплати праці на 2018-2020 роки враховані показники основних напрямів бюджетної політики на 2018-2020 роки, проекти яких схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.06.2017р. № 411-р.

Витрати за статтею «Нарахування на оплату праці» розраховані з урахуванням єдиного внеску в розмірі 22% відповідно до Закону України № 2464 «Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування» (п.1 ч.1 ст.7) і становлять 288,0 тис. грн., в тому числі I етап (01.10.2017-31.12.2017) - 20,3 тис. грн.;

II етап (01.01.2018 - 31.12.2018) - 91,2. тис. грн., III етап (01.01.2019 - 31.12.2019) - 98,7. тис. грн., IV етап (01.01.2020 - 30.09.2020) - 77,8 тис. грн..

8.2. Обсяг витрат на матеріали, орієнтовний розрахунок за групами матеріалів (загальний та по роках):

Придбання матеріалів заплановано на період виконання НДР у сумі: 158,9 тис. грн. у т.ч.

I етап (01.10.2017-31.12.2017) - 2,0 тис. грн. - папір та канцелярське приладдя,

II етап (01.01.2018 - 31.12.2018) – 52,82. тис. грн.: папір та канцелярське приладдя на суму 2852 грн, друк книжок, періодичних видань, монографій тощо на суму -50 000 грн.,

III етап (01.01.2019 - 31.12.2019) – 52,8 тис. грн. : папір та канцелярське приладдя на суму 2796 грн, друк книжок, періодичних видань, монографій тощо на суму -50 000 грн.,

IV етап (01.01.2020 - 30.09.2020) – 51,26 тис. грн. : папір та канцелярське приладдя на суму 1264 грн, друк книжок, періодичних видань, монографій тощо на суму -50 000 грн.

8.3. Обсяг витрат на енергоносії, інші комунальні послуги (за видами, на підставі порівняльного розрахунку попередніх періодів, загальний та по роках):

- комунальні витрати оплачуються зі статті «Накладні витрати».

8.4. Інші витрати (за видами, із обґрунтуванням їх необхідності, загальні та по роках):

За статтею інші витрати передбачено заправка картриджів та ремонт та обслуговування комп'ютерної техніки 01.10.2017-31.12.2017=2000 грн.

01.01.2018 - 31.12.2018 = 3000 грн.,

01.01.2019 - 31.12.2019 = 3000 грн.,

01.01.2020 - 30.09.2020 = 2000 грн.

Видатки на відрядження заплановані на період виконання НДР у сумі 26,8 тис. грн. у т.ч. на I етап 01.10.2017-31.12.2017 –4620 грн., які будуть використані:

(1) - 580,0 грн. на поїздки до м Київ, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", участь у конференції.;

(2) - 2500,0 грн. на поїздки до м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка» - участь у наукових конференціях;

(3) - 1540,0 грн. на поїздки до м. Дніпро, Національний гірничий університет - участь у наукових конференціях.

II етап -01.01.2018 - 31.12.2018 = 8080 грн.:

(1) - 2500,0 грн. Київ, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", участь у конференції,

(2) - 2500,0 грн. Львів, Національний університет «Львівська політехніка» - участь у наукових конференціях;

(3) - 1540,0 грн. на поїздки до м. Дніпро, Національний гірничий університет - участь у наукових конференціях;

(4) - 1540,0 грн. Дніпро, Національна металургійна академія України. Участь у наукових конференціях.

III етап - 01.01.2019 - 31.12.2019 = 7620 грн.:

(1) - 2500,0 грн. Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, участь у конференції,

(2) - 2500,0 грн. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, участь у конференції,

(3) - 1540,0 м. Дніпро, Національний гірничий університет - участь у наукових конференціях,

(4) - 1080,0 грн. до м Київ, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", участь у конференції.

IV етап 01.01.2020 - 30.09.2020 = 6540 грн.:

(1) - 1540,0 грн. на поїздки до м. Дніпро, Національний гірничий університет - участь у наукових конференціях;

(2) - 2500,0 грн. Київ, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", участь у конференції,

(3) - 2500,0 грн. Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, участь у конференції.

До накладних (непрямих) витрат віднесені витрати на утримання працівників апарату управління (АУП) науковою діяльністю, бухгалтерії та науково-виробничого відділу, включаючи оплату комунальних послуг, енергоносіїв, витрати на ремонт і обслуговування комп'ютерної техніки та інші у відповідності до Постанови КМ України від 20.07.1996 №830 «Про затвердження Типового положення з планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт» (зі змінами).

Непрямі витрати при виконанні проекту становитимуть 505,8 тис. грн. ці витрати будуть використані: на заробітну плату АУП, придбання предметів, матеріалів (марки поштові, канцелярські товари, папір офісний), послуги з поточного обслуговування і ремонту

комп'ютерної техніки, заправки картриджів, касових операцій, послуги зв'язку, вивіз сміття, програмне забезпечення, оплату комунальних послуг (розрахунок непрямих витрат додається). У тому числі на етап 01.10.2017-31.12.2017 = 34 175 грн.

01.01.2018 - 31.12.2018 = 160 710 грн.,

01.01.2019 - 31.12.2019 = 172315 грн.,

01.01.2020 - 30.09.2020 = 138 952 грн.

8.5. Зведений кошторис проекту (загальний та по роках):

Загальний зведений кошторис проекту на період 01.10.2017 р. – 30.09.2020 р. становить 2299,1 тис. грн.

Виконання проекту за всіма статтями витрат за етапами становить

01.10.2017-31.12.2017 = 155,42 тис. грн.

01.01.2018 - 31.12.2018 = 730,52 тис. грн.,

01.01.2019 - 31.12.2019 = 783,22 тис. грн.,

01.01.2020 - 30.09.2020 = 629,9 тис. грн.

8.6. Перелік обладнання (із зазначенням цін та виробників), необхідного для виконання наукової роботи, науково-технічної (експериментальної) розробки:

Капітальні видатки у науковій роботі не передбачаються.

9. ДОРОБОК ТА ДОСВІД АВТОРІВ ЗА ТЕМАТИКОЮ ПРОЕКТУ (за попередні 5 років)

9.1. Зазначити h-індекс керівника проекту згідно з базою даних Scopus (або для гуманітарного та соціоекономічного напрямів згідно з пошуковою платформою Google Scholar) та веб-адресу його відповідного авторського профілю:

Моркун Н. В. < (h-index: 9) – <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=56198508200>

9.2. Зазначити сумарний h-індекс згідно з базою даних Scopus (або для гуманітарного та соціоекономічного напрямів згідно з пошуковою платформою Google Scholar) семи виконавців проекту (крім керівника проекту) та веб-адреси їх відповідних авторських профілів:

Сумарний h-index виконавців: 15.

Тронь В. В. (h-index: 6) – <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=56421932500>

Пікіленьяк А. В. (h-index: 9) – <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=56198895000>

Сердюк О. Ю. (h-index: 0)

Гапоненко І. А. (h-index: 0)

Ільницький А. В. (h-index: 0)

Рицко О. І. (h-index: 0)

9.3. Перелік статей у журналах, що входять до наукометричних баз даних Web of Science та Scopus (або для гуманітарного та соціоекономічного напрямів згідно з пошуковою платформою Google Scholar), Index Copernicus (для гуманітарного та соціоекономічного напрямів), вказується у таблиці 2 цієї Форми:

Таблиця 2

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії (обрати прізвища авторів, які належать до списку виконавців), індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
1	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> The study of volume ultrasonic waves propagation in the gas-containing iron ore pulp // Ultrasonics. 2015. Volume 56. P. 340-343. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041624X14002443	Scopus	1.65
2	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Formalization and frequency analysis of robust control of ore beneficiation technological processes under parametric // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 5. p.p. 7-11. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/001-Morkun.pdf	Scopus	2.47

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії (обрати прізвища авторів, які належать до списку виконавців), індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
3	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Distributed closed-loop control formation for technological line of iron ore raw materials beneficiation // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 7. p.p. 16-19. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/003Vladimir%20Morkun%2016-19.pdf	Scopus	2.47
4	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Model synthesis of nonlinear nonstationary dynamical systems in concentrating production using Volterra kernel transformation // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 10, p.p. 6-9. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_10/001Morkun.pdf	Scopus	2.47
5	Morkun V., <u>Tron V.</u> , Paraniuk D. Formation of rock geological structure model for drilling process adaptive control system // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 5. p.p. 12-15. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/002-Paraniuk.pdf	Scopus	2.47
6	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Distributed control of ore beneficiation interrelated processes under parametric uncertainty // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 8. p.p. 18-21. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/004Morkun.pdf	Scopus	2.47
7	<u>Morkun N.</u> Identification of spatial and temporal model of concentrating production processes on the basis of the Volterra kernel conversion // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 7. p.p. 28-31. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/006Natalia%20Morkun%2028-31.pdf	Scopus	2.47
8	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Identification of control systems for ore-processing industry aggregates based on nonparametric kernel estimators // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 1. p.p. 14-17. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/3%20Morkun%20Tron.pdf	Scopus	2.47
9	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Ultrasonic testing of pulp solid phase concentration and particle size distribution considering dispersion and dissipation influence // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 1. p.p. 9-13. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/2%20Morkun%20Pikilnyak.pdf	Scopus	2.47
10	Morkun V., <u>Tron V.</u> , Goncharov S. Automation of the ore varieties recognition process in the technological process streams based on the dynamic effects of high-energy ultrasound // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 2. p.p. 31-34. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/006Tron.pdf	Scopus	2.47
11	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Adaptive control system of ore beneficiation process based on Kaczmarz projection algorithm // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 2. p.p. 35-38. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/007Morkun%20Pikilnyak.pdf	Scopus	2.47

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії (обрати прізвища авторів, які належать до списку виконавців), індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
12	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Iron ore flotation process control and optimization using high-energy ultrasound // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 2. p.p. 36-42. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/a7.pdf	Scopus	2.47
13	<u>Morkun V.</u> , Semerikov S., Hryshchenko S. Environmental competency of future mining engineers // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 4. p.p. 4-7. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/1.2014.pdf	Scopus	2.47
14	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> The gas bubble size distribution control formation in the flotation process // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 4. p.p. 42-45. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/9.2014.pdf	Scopus	2.47
15	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> The adaptive control for intensity of ultrasonic influence on iron ore pulp // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 6. p.p. 8-11. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/2-MorkunPikilnyak.pdf	Scopus	2.47
16	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Ultrasonic facilities for the ground materials characteristics control // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 2, p.p. 31-35. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/a6.pdf	Scopus	2.47
17	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Modeling of ultrasonic waves propagation in inhomogeneous medium using fibered spaces method (k-space) // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 2. p.p. 43-48. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/a8.pdf	Scopus	2.47
18	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Simulation of high-energy ultrasound propagation in heterogeneous medium using k-space method // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 3. p.p. 23-27. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Archive/en/MMI3/4.pdf	Scopus	2.47
19	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Ultrasonic phased array parameters determination for the gas bubble size distribution control formation in the iron ore flotation // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 3. p.p. 28-31. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Archive/en/MMI3/5.pdf	Scopus	2.47
20	Morkun V., <u>Tron V.</u> Ore preparation multi-criteria energy-efficient automated control with considering the ecological and economic factors // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 5. p.p. 4-7. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/1-MorkunTron.pdf	Scopus	2.47
21	Morkun V., <u>Tron V.</u> Automation of iron ore raw materials beneficiation with the operational recognition of its varieties in process streams // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 6. p.p. 4-7. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/1-MorkunTron.pdf	Scopus	2.47
22	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Simulation of the Lamb waves propagation on the plate which contacts with gas containing iron	Scopus	2.47

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії (обрати прізвища авторів, які належать до списку виконавців), індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
	ore pulp in Waveform Revealer toolbox // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 5. p.p. 16-19. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/4-Pikilnyak.pdf		
23	Morkun V., Tron V. Ecological and economic optimization of iron ore processing automated control // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 5. p.p. 8-11. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/2-Morkun-Tr.pdf	Scopus	2.47
24	Morkun N. Simulation of non-linear dynamic objects of mineral processing production // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 2. p.p. 39-42. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/008Morkun.pdf	Scopus	2.47
25	Morkun N. Simulation of ore beneficiation based on the Hammerstein structure with distributed parameters // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 3. p.p. 42-44. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/005%20Morkun%20Natalia.pdf	Scopus	2.47
26	Morkun V., Tron V., Paraniuk D. Method of automatic interpretation of information about the geological structure in the process of exploratory wells drilling // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 3. p.p. 45-48. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/006%20Morkun%20V.pdf	Scopus	2.47
27	Pikilnyak A. Adaptive control system of the iron ore flotation using a control action based on high-energy ultrasound // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 2. p.p. 27-30. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_2/005Pikilnyak.pdf	Scopus	2.47
28	Golik V., Komashenko V., Morkun V., Gaponenko I. A. Improving the effectiveness of explosive breaking on the bade of new methods of borehole chargels initiation in quarries / // Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 7. P. 383-387. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/061Vladimir%20Golik%20383-----387.pdf	Scopus	2.47
29	Tishchenko S., Eremenko G., Kukhareenko O., Pikilnyak A., Gaponenko I. A. Definition of the destruction zone boundaries and particle size distribution of blasted rock mass in the explosion of a single explosive charge in an inorganic medium // Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 8. P. 564-567. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/090Tishchenko.pdf	Scopus	2.47

9.4. Статті, що входять до наукометричних баз даних Web of Science, Scopus, Index Copernicus (для гуманітарного та соціоекономічного напрямів) та які не входять до пункту 9.3 цієї глави:

Таблиця 3

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії (позначити прізвища авторів) зі списку виконавців
1	Morkun V. Ultrasonic facilities complex for grinding and ore classification process control [Electronic resource] / Vladimir Morkun, <u>Natalia Morkun</u> , <u>Andrey Pikilnyak</u> // Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Page(s):409 - 413. - Access mode : http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7939788/ . DOI: 10.1109/ELNANO.2017.7939788

9.5. Опубліковані за темою проекту статті у журналах, що входять до переліку фахових видань України та мають ISSN, статті у закордонних журналах, що не увійшли до пунктів 9.3, 9.4 цієї глави, а також матеріали англійською мовою доповідей на міжнародних конференціях у виданнях, що входять до наукометричних баз даних Web of Science, Scopus та/або Index Copernicus:

Таблиця 4

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; позначити прізвища авторів, які належать до списку виконавців
1	<u>Моркун Н.В.</u> Синтез линейного динамического блока структур Винера-Гаммерштейна на основе пространственно-временной модели Лагерра // Гірничий вісник. 2013. Кривий Піг: КНУ. Вип. 96. С. 317-321. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
2	Моркун В.С., <u>Пикильняк А.В.</u> , Подгородецкий Н.С. Управление распределением газовых пузырьков по размерам в процессе флотации // Гірничий вісник. 2013. Кривий Піг: КНУ. Вип. 96. С. 330-334. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
3	Моркун В.С., <u>Пикильняк А.В.</u> Применение технологии ультразвуковых фазированных решеток для формирования заданного распределения газовых пузырьков по размерам в процессе флотации // Вісник Криворізького національного університету. 2013. Кривий Піг: КНУ. Вип. 35. С. 129-135. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
4	<u>Моркун Н.В.</u> Синтез системы оптимального H2-управления динамическими объектами обогащительного производства с ограничением на H-норму // Вісник Криворізького національного університету. 2013. Кривий Піг: КНУ. Вип. 35. С. 239-244. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
5	<u>Тронь В.В.</u> Аналіз методів ідентифікації систем автоматизованого керування технологічними процесами збагачення залізорудної сировини // Вісник Криворізького національного університету. 2013. Кривий Піг: КНУ. Вип. 35. С. 201-205. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
6	<u>Моркун Н.В.</u> Оптимальное управление многоконтурными структурами на основе норм пространства Харди // Вісті Донецького гірничого інституту. 2013. Вип. 2(33). С. 179-186. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=Vdgi
7	Моркун В.С., <u>Пикильняк А.В.</u> Исследование влияния ультразвуковых колебаний высокой интенсивности на динамику газового пузырька в потоке пульпы // Вісті Донецького гірничого інституту. 2013. Вип. 2(33). С. 23-28. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=Vdgi
8	Моркун В.С., <u>Пикильняк А.В.</u> Формирование оптимальных параметров газовой фазы пульпы

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; позначити прізвища авторів, які належать до списку виконавців
	в процессе флотации // Вісник Криворізького національного університету. 2014. Кривий Піг: КНУ. Вип. 36. С. 281-285. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
9	Моркун В.С. <u>Пикульняк А.В.</u> , Подгородецкий Н.С. Моделирование процесса распространения ультразвуковых волн в неоднородных средах методом расслоенных пространств (K-SPACE) // Вісник Криворізького національного університету. 2014. Кривий Піг: КНУ. Вип. 37. С. 205-212. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
10	<u>Пикульняк А.В.</u> , Бережной Н.Н., Назимко Е.И. Анализ методов управления параметрами газовой фазы пульпы в процессе флотации // Гірничий вісник : наук.-техн. збірник. 2014. Вип. 98. С. 60-63. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
11	Моркун В. С. <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Тронь В. В.</u> Формирование робастного автоматизированного управления замкнутым циклом измельчения на основе H_∞ -нормы // Гірничий вісник : наук.-техн. збірник. – 2014. – Вип. 98. – С. 83-86. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
12	<u>Тронь В.В.</u> , Маєвський К.В. Формування адаптивного керування процесом подрібнення залізорудної сировини в умовах невизначеності характеристик об'єкта // Гірничий вісник : наук.-техн. збірник. 2015. Вип. 99. С. 27-32. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
13	Моркун В.С. <u>Тронь В.В.</u> , Паранюк Д.И. Интерпретация косвенной информации для построения модели геологической структуры при автоматизации процесса управления бурением разведочных скважин // Гірничий вісник : наук.-техн. збірник. 2015. Вип. 99. С. 170-174. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
14	<u>Моркун Н. В.</u> , Купин А. И. Распределенная система оптимального управления технологическими процессами обогащительного производства на основе динамической пространственно-временной модели // Вісник Криворізького національного університету. Кривий Піг : КНУ, 2016. Вип. 43. С. 93-99. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
15	Моркун В. С., <u>Моркун Н. В.</u> Построение системы децентрализованного оптимального управления процессами обогащительного производства / В. С. Моркун, Н. В. Моркун // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Сєвєродонецьк, 2016. – Вип. 3. – С. 28-32. URL: http://library.snu.edu.ua/index/arkhiv_nomeriv/0-148
16	Моркун В. С., <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Тронь В. В.</u> Анализ методов понижения размерности моделей нелинейных динамических процессов обогащения железорудного сырья // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук, 2016. Вип. 2 (97). ч.1. С. 63-69. URL: http://www.kdu.edu.ua/PUBL/arkhiv.php
17	Моркун В. С., <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Тронь В. В.</u> Идентификация нелинейных объектов управления обогащительного производства на основе ядерного преобразования Вольтерра-Лагерра // Вісник Криворізького національного університету. – Кривий Піг : КНУ, 2016. – Вип. 42. – С. 198-203. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
18	Моркун В. С., <u>Моркун Н. В.</u> , Дворников В. А., Касаткина И. В. Анализ методов определения гранулометрического состава твердой фазы пульпы с использованием объемных ультразвуковых волн // Вісник Криворізького національного університету. – Кривий Піг : КНУ. 2016. Вип. 41. С. 49-54. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
19	Моркун В. С., <u>Моркун Н. В.</u> Ультразвуковой контроль распределения частиц измельченной руды по крупности в потоке пульпы // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Сєвєродонецьк, 2015. Вип. 7. – С. 28-32. URL: http://library.snu.edu.ua/index/arkhiv_nomeriv/0-148
20	Моркун В. С., <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Тронь В. В.</u> Формирование робастного автоматизированного управления замкнутым циклом измельчения на основе H_2 нормы // Гірничий Вісник Криворізького національного університету. Кривий Піг : КНУ, 2014. Вип. 98. С. 72-75. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
21	Моркун В. С., <u>Пикульняк А. В.</u> , <u>Моркун Н. В.</u> , Подгородецкий Н. С. Моделирование

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; позначити прізвища авторів, які належать до списку виконавців
	процесса распространения ультразвуковых волн в неоднородных средах методом расслоенных пространств (K-SPACE) // Вісник Криворізького національного університету. Кривий Ріг : КНУ, 2014. Вип. 37. С. 205-212. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
22	<u>Моркун Н. В.</u> Оптимальное управление многоконтурными структурами на основе норм пространства Харди // Вісті Донецького гірничого інституту. Донецьк : ДонНТУ, 2013. Вип. 33. С. 179-186. URL: http://science.donntu.edu.ua/visti-doneckogo-girnichogo-institutu/
23	<u>Моркун Н. В.</u> Пространственно-временная декомпозиция нелинейных динамических структур с распределенными параметрами на основе иерархического метода главных компонент I-NPCA // Вісник Криворізького національного університету. Кривий Ріг : КНУ, 2012. Вип. 33. С. 58-62. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
24	Моркун В. С., <u>Моркун Н. В.</u> , Гончаров С. А. Коррекция размеров области правил нечеткого классификатора по величине дисперсии результатов наблюдений // Гірничий вісник. Кривий Ріг : КНУ, 2012. Вип. 95 (1). С. 297-302. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
25	<u>Тронь В. В.</u> Формування адаптивного керування процесом збагачення руд з розпізнаванням типу вкраплення корисного компонента // Гірничий вісник: наук.-техн. збірник. 2012. Вип. 95 (1). С. 223-230. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
26	Тищенко С. В., Еременко Г. И., <u>Гапоненко И. А.</u> Исследование зоны разрушения скважинного заряда ВВ с воздушным промежутком в донной части скважины // Вісник Криворізького національного університету : збірник наукових праць. 2015. Вип. 39. С. 118-121. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
27	<u>Гапоненко И. А.</u> Зависимость грансостава взорванной горной массы от конструкции скважинного заряда ВВ // Вісник Криворізького національного університету : збірник наукових праць. 2015. Вип. 40. С. 23-26. URL: http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu

9.6. Монографії та (або) розділи монографій, що опубліковані за темою проекту українськими видавництвами:

Таблиця 5

№	Повні дані про монографії (розділів); позначити прізвища авторів, які належать до списку виконавців	Кільк. друк. арк.
1	Моркун В. С. <u>Тронь В. В.</u> , Гончаров С. А., Подгородецкий Н. С. Энергоэффективное автоматизированное управление процессом обогащения руды с распознаванием ее технологических разновидностей. Кривой Рог, 2014. 326 с.	20,3

9.7. Монографії та/або розділи монографій, що опубліковані за темою проекту у закордонних виданнях мовами країн, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку (далі - ОЕСР), та/або офіційними мовами Європейського Союзу, які не входять до ОЕСР, вказуються у таблиці 6 цієї Форми:

Таблиця 6

№	Повні дані про монографії (розділів); позначити прізвища авторів, які належать до списку виконавців	Кільк. друк. арк.
1	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Ultrasonic waves propagation in the gas-containing suspensions // Cambridge Scholars Publishing. Newcastle. 2017. 124 P.	7,75

9.8. Монографії та/або розділи монографій, що не увійшли до пунктів 9.6, 9.7, вказуються у таблиці 7 цієї Форми:

Таблиця 7

№	Повні дані про монографії (розділи) зі списку виконавців (підкреслити прізвища авторів)	Кільк. друк. арк.
1	Моркун В. С. <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Тронь В. В.</u> Оптимальное управление процессом обогащения железной руды. Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing. 2015. 321 с.	20,1

9.9. Охоронні документи (патенти) на об'єкти права інтелектуальної власності, що отримані:

Таблиця 8

№	Назви документів та їх вихідні дані
1	Пат. 92177 Україна, МПК B03D 1/00, Спосіб управління процесом флотації / Пікільняк А. В.; заявник та власник ДВНЗ «Криворізький національний університет» . №201315082 ; заявл. 23.12.2013 ; опубл. 11.08.2014, Бюл. № 15.
2	Пат 92180 Україна, МПК B01D 53/00. Система автоматичного управління розподілом газових бульбашок за розміром у процесі флотації / Пікільняк А. В.; заявник та власник ДВНЗ «Криворізький національний університет» . №201315511 ; заявл. 30.12.2013 ; опубл. 11.08.2014, Бюл. № 15.
3	Пат. 74958 Україна, МПК B03B 13/00. Спосіб контролю характеру вкраплень корисного компонента у потоці руди на конвеєрі / Тронь В. В.; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». - №201207491; заявл. 19.06.12; опубл. 12.11.12, Бюл. №21.
4	Пат. 75846 Україна, МПК B02C 25/00. Спосіб автоматичного керування процесом збагачення руди / Тронь В. В.; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». - №201208093; заявл. 02.07.12; опубл. 10.12.12, Бюл. №23.
5	Пат. 111390 Україна, МПК B 03 B 13/00. Спосіб автоматичного керування процесом збагачення рудних корисних копалин / В. С. Моркун, Н. В. Моркун; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». - №201604553; заявл. 25.04.2016; опубл. 10.11.2016, Бюл. №21.
6	Пат. 111387 Україна, МПК G 01 N 29/00. Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази рудної суспензії / Н. В. Моркун; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». - № 201604543; заявл. 25.04.2016; опубл. 10.11.2016, Бюл. №21.
7	Пат. 118106 Україна, МПК G01N 29/00. Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази рудної суспензії / В. С. Моркун, Н. В. Моркун; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». - №201700422; заявл. 16.01.2017; опубл. 25.07.2017, Бюл. №14.
8	Пат. 118114 Україна, МПК B03B 13/00. Спосіб автоматичного керування процесом збагачення рудних корисних копалин / В. С. Моркун, Н. В. Моркун; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». - №201700587; заявл. 23.01.2017; опубл. 25.07.2017, Бюл. №14.
9	Пат. 118218 Україна, МПК G01N 29/00. Пристрій контролю складу матеріалів в потоці пульпи / В. С. Моркун, Н. В. Моркун; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». - №201700588; заявл. 27.02.2017; опубл. 25.07.2017, Бюл. №14.
10	Пат. 118220 Україна, МПК G01N 29/00. Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої

№	Назви документів та їх вихідні дані
	фази рудної суспензії / В. С. Моркун, Н. В. Моркун; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». – №201701908; заявл. 27.02.2017; опубл. 25.07.2017, Бюл. №14.

9.10. Дисертації кандидата наук (доктора філософії) та доктора наук, захищені виконавцями проекту:

Таблиця 9

№	Дані про дисертації (автор, назва дисертації, спеціальність, науковий керівник/консультант, рік та місце захисту
1	Моркун Н. В. Розподілене оптимальне керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва на основі динамічної просторово-часової моделі: дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.07 – Автоматизація процесів керування; науковий консультант: проф. Купін А. І.; 2017 р., ДВНЗ «Криворізький національний університет».
2	Тронь В. В. Енергоефективне автоматизоване керування процесом переробки руди з термографічним розпізнаванням її технологічних різновидів: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.07 – Автоматизація процесів керування; науковий керівник: проф. Назаренко В. М.; 2013 р., ДВНЗ «Криворізький національний університет».
3	Пікільняк А. В. Адаптивне управління параметрами газової фази пульпи у процесі флотації на основі динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.07 – Автоматизація процесів керування; науковий керівник: проф. Моркун В. С.; 2014 р., ДВНЗ «Криворізький національний університет».
4	Гапоненко І. А. Підвищення ефективності відбійки гірських порід зарядами з повітряною порожниною в донній частині свердловин на залізрудних кар'єрах: дис. ... канд. техн. наук : 05.15.03 – Відкрита розробка родовищ корисних копалин; науковий керівник: проф. Федоренко П. Й.; 2016 р., ДВНЗ «Криворізький національний університет».

9.11. Індивідуальні гранти (стипендії) на наукові стажування в Україні та за кордоном, що фінансувалися за рахунок Державного бюджету України та/або закордонними організаціями (сумарна кількість місяців для керівника та семи виконавців проекту):

Таблиця 10

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Термін стажування	Фінан-ня, тис. грн.
1	Моркун Наталія Володимирівна	Стажування у Університеті Гранади, м. Гранада, Іспанія в рамках проекту: Higher engineering training for environmentally sustainable industrial development : Joint European TEMPUS projects, 5439 66-TEMPUS-1-2013-1-BE-TEMPUS-JPCR, Implementation period: 01 December 2013 – 30 November 2016	24-28 березня 2014 р. (5 днів)	€ 1,23 тис. = ₴ 29,98 тис.

9.12. Гранти на виконання наукових робіт/науково-технічних (експериментальних) розробок, за якими працювали виконавці, що фінансувались закордонними організаціями:

Таблиця 11

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Фінан-ня, тис. грн.
1	Моркун Наталія Володимирівна	Higher engineering training for environmentally sustainable industrial development : Joint European TEMPUS projects, 543966-TEMPUS-1-2013-1-BE-TEMPUS-JPCR, Implementation period: 01 December 2013 - 30 November 2016	€ 1,14 тис. = ₴ 27,83 тис.

9.13. Авторами проекту виконано робіт за договорами та грантовою тематикою на суму (вказується відповідно до підтвердних документів (довідка бухгалтерії ВНЗ, НУ) у рамках заявленого наукового напрямку):

Таблиця 12

№	ПІБ виконавців	Назва договору	Фінан-ня, тис. грн.
1	Тронь В. В., Моркун Н. В., Пікільняк А. В.	«Дослідження процесів перетворення гамма-випромінювання, ультразвукових об'ємних і поверхневих хвиль на межах гетерофазних середовищ для оптимізації збагачувальних технологій» (держбюджетна НДР №0112U000359)	740,299
2	Тронь В. В., Моркун Н. В., Пікільняк А. В.	«Розроблення теорії векторного поля розсіяного гамма-випромінювання та перетворення хвиль Лява і Стоунлі в магнітному полі для керування якістю мінеральної сировини» (держбюджетна НДР №0109U002335)	658,415
3	Тронь В. В., Моркун Н. В., Пікільняк А. В., Сердюк О.Ю., Гапоненко І.А.	«Розробка методу визначення мінералого-технологічних різновидів залізної руди з використанням НВЧ-випромінювання, гамма-випромінювання і високоенергетичного ультразвуку» (держбюджетна НДР №0115U003052)	714,029
4	Тронь В. В., Моркун Н. В., Сердюк О.Ю., Гапоненко І.А.	«Ідентифікація нелінійних динамічних технологічних об'єктів збагачувального виробництва на основі ядерних операторів»(держбюджетна НДР №0116U001518)	813,440
5	Тронь В. В., Моркун Н. В., Сердюк О.Ю., Гапоненко І.А.	«Децентралізоване оптимальне керування взаємопов'язаними процесами гірничого виробництва на основі динамічної просторово-часової моделі.»(держбюджетна НДР №0116U001519)	415,018
6	Ільницький А. В.	«Обстеження та визначення технічного стану будівельних конструкцій будівель і споруд ПрАТ "ЄВРАЗ СУХА БАЛКА". Розробка рекомендацій по продовженню терміну їх експлуатації та видача на об'єкти звітів технічного стану»	788,98
7	Ільницький А. В.	«Обстеження і переатестація технічного стану будівельних конструкцій будівель і споруд ПАТ	227,85

№	ПІБ виконавців	Назва договору	Фінан-ня, тис. грн.
		«Кривбасзалізрудком», розробка рекомендацій з продовження термінів їх експлуатації, видача відповіді і відомості дефектів на всі складові елементи м/к із зазначенням дефектів і необхідним переліком виконання ремонтних робіт, розробка технічних паспортів, внесення змін до паспортів технічного стану»	

10. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ:

Таблиця 13

№	Назви показників очікуваних результатів	Кількість
1	Будуть опубліковані за темою проекту статті в журналах, що входять до наукометричних баз даних Web of Science, Scopus та/або Index Copernicus (для гуманітарного та соціоекономічного напрямів)	8
2	Заплановані статті у журналах, що входять до переліку фахових видань України і мають ISSN, статті у закордонних журналах, що не увійшли до пункту 1 цієї таблиці, а також тези англійською мовою доповідей на міжнародних конференціях у виданнях, що входять до наукометричних баз даних Web of Science, Scopus та/або Index Copernicus	20
3	Монографії та/або розділи монографій, що будуть опубліковані за темою проекту українськими видавництвами державною мовою, мовою країни, яка входить до ОЕСР, та/або офіційними мовами Європейського Союзу, які не входять до ОЕСР (вказується кількість друкованих аркушів)	10
4	Будуть отримані охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності: патент на корисну модель, патент на винахід, авторське свідоцтво України чи інших країн	6
5	Буде впроваджено та/або апробовано наукові або науково-практичні результати шляхом укладання договорів, продажу ліцензій, грантових угод	2

11. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ

Таблиця 14

Етапи роботи	Назва та зміст етапу	Очікувані результати етапу Звітна документація
1 етап (2017)	Аналіз та обґрунтування перспективних підходів до підвищення ефективності буріння у процесі видобутку та перероблення залізрудної сировини. Встановлення залежностей між геологічною структурою породи, що буриться у процесі видобутку залізрудної сировини та даними оперативного контролю процесу буріння.	Очікувані результати етапу: Опис результатів дослідження, аналізу та обґрунтування перспективних підходів до підвищення ефективності буріння у процесі видобутку та перероблення залізрудної сировини. Опис залежностей між геологічною структурою породи, що буриться у процесі видобутку залізрудної сировини та даними оперативного контролю процесу буріння. Звітна документація: запланованих публікацій - 4, охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності -

Етапи роботи	Назва та зміст етапу	Очікувані результати етапу Звітна документація
		1
2 етап (2018)	Встановлення залежностей між геологічною структурою породи, що буриться у процесі видобутку залізорудної сировини та даними оперативного контролю процесу буріння та формування комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів. Структурна і параметрична ідентифікація моделі геологічної структури на основі сформованого комплексу оперативного вимірювання параметрів у процесі буріння.	Очікувані результати етапу: Опис залежностей між геологічною структурою породи, що буриться у процесі видобутку залізорудної сировини та даними комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів. Опис сформованої моделі геологічної структури та методів її структурної і параметричної ідентифікації. Звітна документація: запланованих публікацій - 8, захистів магістерських дисертацій - 2, охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності - 2
3 етап (2019)	Оптимізація процесів буріння у процесі видобутку та перероблення залізорудної сировини на основі нейро-нечіткої моделі геологічної структури, сформованої із застосуванням даних оперативного контролю у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів; що дозволить підвищити ефективність буріння	Очікувані результати етапу: Опис методу багатопараметричної оптимізації процесу буріння. Опис ієрархічного критерію, представленого множиною нерівнозначних складових, що доповнена технологічними показниками Звітна документація: запланованих публікацій - 8, захистів магістерських дисертацій - 2, охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності - 2
4 етап (2020)	Оптимізація процесів буріння у процесі видобутку та перероблення залізорудної сировини на основі моделі геологічної структури та апробація запропонованих методів	Очікувані результати етапу: Опис ієрархічного критерію та методу багатопараметричної оптимізації процесу буріння. Опис результатів апробації технології та системи оптимального формування керуючих впливів у процесі буріння. Звітна документація: запланованих публікацій - 8, захистів магістерських дисертацій - 2, кандидатських - 2, докторських дисертацій - 1, охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності - 1

12. ВИКОНАВЦІ ПРОЕКТУ

Молоді вчені до 35 років, з них:

кандидатів: 3, докторів: 1;

наукові працівники без ступеня: 3;

інженерно-технічні кадри: 2, допоміжний персонал: 2;

докторанти: 0; аспіранти: 0; студенти: 6.

Р а з о м : 17.

13. ОСНОВНІ ВИКОНАВЦІ ПРОЕКТУ (з оплатою в межах запиту):

Таблиця 15

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Дата народження
1	Пікілляк Андрій Валерійович	канд. техн. наук	доц.	доц. кафедри . Криворізький національний університет	1989-03-08 (28)
2	Сердюк Олександра Юріївна	без ступеня	без звання	асистент кафедри. Криворізький національний університет	1990-06-24 (27)
3	Гапоненко Ірина Анатоліївна	канд. техн. наук	без звання	молодший науковий співробітник. Криворізький національний університет	1990-09-10 (26)
4	Ільницький Андрій Васильович	без ступеня	без звання	інженер науково-дослідної частини . Криворізький національний університет	1988-07-08 (28)
5	Рицко Олександр Ігорович	без ступеня	без звання	магістрант. Криворізький національний університет	1995-07-20 (21)

Анотації українською мовою статей, наведених у таблиці 2.

№	Назви статей та їх анотації
1	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> The study of volume ultrasonic waves propagation in the gas-containing iron ore pulp // Ultrasonics. 2015. Volume 56. P. 340-343. URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041624X14002443 Представлено результати дослідження поширення об'ємних ультразвукових хвиль у газовмісній залізородній пульпі з використанням технології ультразвукової фазованої решітки
2	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Formalization and frequency analysis of robust control of ore beneficiation technological processes under parametric // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 5. p.p. 7-11. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/001-Morkun.pdf Запропоновано метод формалізації системи робастного керування технологічним процесом збагачення на прикладі мокрої магнітної сепарації. Виконано частотний аналіз системного керування при параметричній невизначеності об'єкта керування.
3	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Distributed closed-loop control formation for technological line of iron ore raw materials beneficiation // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 7. p.p. 16-19. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/003Vladimir%20Morkun%2016-19.pdf Запропоновано спосіб формування розподіленого замкнутого керування для технологічних процесів збагачення руди на технологічній лінії рудо-збагачувальної фабрики.
4	Morkun V., <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Model synthesis of nonlinear nonstationary dynamical systems in concentrating production using Volterra kernel transformation // Metallurgical and Mining

№	Назви статей та їх анотації
	Industry. 2015. No 10, p.p. 6-9. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_10/001Morkun.pdf Розглядаються особливості застосування математичного моделювання нелінійних динамічних систем, таких як "вхід-вихід", які працюють в умовах збагачувального виробництва, на основі кінцевих сум Вольтерра інтеграла степеневого ряду.
5	Morkun V., <u>Tron V.</u>, Paraniuk D. Formation of rock geological structure model for drilling process adaptive control system // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 5. p.p. 12-15. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/002-Paraniuk.pdf Наведено результати дослідження методів формування адаптивного керування бурінням рудних порід на основі узагальненої інформаційної підтримки
6	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Tron V.</u> Distributed control of ore beneficiation interrelated processes under parametric uncertainty // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 8. p.p. 18-21. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/004Morkun.pdf Запропоновано спосіб формування розподіленого керування взаємопов'язаними процесами збагачення при параметричній невизначеності з використанням надійних методів контролю.
7	<u>Morkun N.</u> Identification of spatial and temporal model of concentrating production processes on the basis of the Volterra kernel conversion // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 7. p.p. 28-31. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/006Natalia%20Morkun%2028-31.pdf Пропонується підхід до визначення просторової і часової моделі переробки залізорудної сировини на гірничо-збагачувальних комбінатах з використанням ядер Вольтерра
8	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Tron V.</u> Identification of control systems for ore-processing industry aggregates based on nonparametric kernel estimators // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 1. p.p. 14-17. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/3%20Morkun%20Tron.pdf Представлено результати дослідження непараметричних методів ядерної оцінки для вирішення проблем ідентифікації систем керування технологічними агрегатами збагачувального виробництва в умовах нестабільності характеристик сировини, яка подається на переробку.
9	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Ultrasonic testing of pulp solid phase concentration and particle size distribution considering dispersion and dissipation influence // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 1. p.p. 9-13. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/2%20Morkun%20Pikilnyak.pdf Робота присвячена теоретичній основі ультразвукового контролю ступеня розкриття мінералів, концентрації твердої фази і розподілу за розмірами частинок подрібненого матеріалу в потоці пульпи на основі вимірювань параметрів хвиль Лемба з урахуванням впливу ефектів дисперсії і дисипації.
10	Morkun V., <u>Tron V.</u>, Goncharov S. Automation of the ore varieties recognition process in the technological process streams based on the dynamic effects of high-energy ultrasound // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 2. p.p. 31-34. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/006Tron.pdf Розглядаються проблеми оперативного розпізнавання домінуючого технологічного різновиду у рудних потоках у процесі рудопідготовки і використання отриманих даних у автоматизованих системах керування збагаченням залізної руди
11	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Adaptive control system of ore beneficiation process based on Kaczmarz projection algorithm // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 2. p.p. 35-38. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/007Morkun%20Pikilnyak.pdf Описано використання методу проєкції Качмажа і його модифікацій на основі послідовного наближення ортогональної проєкції на гіперплощину для синтезу адаптивних систем керування технологічними процесами збагачення залізних руд.

№	Назви статей та їх анотації
12	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Iron ore flotation process control and optimization using high-energy ultrasound // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 2. p.p. 36-42. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/a7.pdf У статті описується метод, що дозволяє ефективно контролювати склад твердої та газової фаз залізорудної пульпи для формування функції розподілу бульбашок газу необхідного розміру, який збігався б з розподілом за розмірами частинок твердої речовини в процесі флотації з використанням високоенергетичного ультразвуку.
13	Morkun V., Semerikov S., Hryshchenko S. Environmental competency of future mining engineers // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 4. p.p. 4-7. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/1.2014.pdf Екологічні компетенції майбутніх гірничих інженерів визначаються в цій статті
14	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> The gas bubble size distribution control formation in the flotation process // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 4. p.p. 42-45. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/9.2014.pdf Описано спосіб ефективного контролю складу газової фази пульпи у процесі флотації з використанням динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку на базі технології фазованих решіток і визначення його параметрів.
15	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> The adaptive control for intensity of ultrasonic influence on iron ore pulp // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 6. p.p. 8-11. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/2-MorkunPikilnyak.pdf Описано спосіб керування інтенсивністю високоенергетичного ультразвуку при впливі на залізорудну пульпу з використанням методів Ляпунова і градієнтного методу на основі системи MRAC.
16	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Ultrasonic facilities for the ground materials characteristics control // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 2, p.p. 31-35. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/a6.pdf Представлено основні результати створення комплексу технічних засобів для ультразвукового контролю дробленого (подрібненого) матеріалів і адаптивних систем для керування технологічними процесами дроблення (подрібнення) і класифікації руди на його основі.
17	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Modeling of ultrasonic waves propagation in inhomogeneous medium using fibered spaces method (k-space) // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 2. p.p. 43-48. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/a8.pdf Описано метод для більш точної оцінки параметрів поширення ультразвукових хвиль в випадкових неоднорідних середовищах, в тому числі твердих, рідких і газових фаз.
18	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Simulation of high-energy ultrasound propagation in heterogeneous medium using k-space method // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 3. p.p. 23-27. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Archive/en/MMI3/4.pdf Описано метод і програмне забезпечення на основі цього методу для оцінки параметрів поширення ультразвукових хвиль у випадковому гетерогенному середовищі
19	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Ultrasonic phased array parameters determination for the gas bubble size distribution control formation in the iron ore flotation // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 3. p.p. 28-31. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Archive/en/MMI3/5.pdf Описано метод ефективного контролю складу газової фази пульпи у процесі флотації з використанням динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку на базі фазованих решіток і визначення його параметрів.
20	Morkun V., <u>Tron V.</u> Ore preparation multi-criteria energy-efficient automated control with considering the ecological and economic factors // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 5. p.p. 4-7. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/1-MorkunTron.pdf Представлено комплексний критерій оптимізації процесу керування технологічним комплексом рудопідготовки з урахуванням факторів енергоефективності, екологічних і

№	Назви статей та їх анотації
	економічних показників гірничо-збагачувального комбінату
21	Morkun V., <u>Tron V.</u> Automation of iron ore raw materials beneficiation with the operational recognition of its varieties in process streams // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 6. p.p. 4-7. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/1-MorkunTron.pdf Розглянуто проблеми автоматизації технологічних процесів збагачення залізорудної сировини з обґрунтуванням методу оперативного визначення переважаючих технологічних різновидів потоків процесу рудопідготовки
22	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Simulation of the Lamb waves propagation on the plate which contacts with gas containing iron ore pulp in Waveform Revealer toolbox // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 5. p.p. 16-19. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/4-Pikilnyak.pdf Описано метод ефективного контролю складу газової фази пульпи в процесі флотації з використанням динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку на базі технології фазованої решітки і визначення її параметрів.
23	Morkun V., <u>Tron V.</u> Ecological and economic optimization of iron ore processing automated control // Metallurgical and Mining Industry. 2014. No 5. p.p. 8-11. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/2-Morkun-Tr.pdf Розглянуто критерії керування технологічним комплексом рудопідготовки з урахуванням факторів енергоефективності, екологічних і економічних показників гірничо-збагачувального комбінату.
24	<u>Morkun N.</u> Simulation of non-linear dynamic objects of mineral processing production // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 2. p.p. 39-42. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/008Morkun.pdf Запропоновано підхід до просторово-часового моделювання нелінійних динамічних об'єктів переробки мінеральної сировини, які представлено у вигляді невідомої нелінійної системи з розподіленими параметрами, на основі ядерного перетворення Вольтерра.
25	<u>Morkun N.</u> Simulation of ore beneficiation based on the Hammerstein structure with distributed parameters // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 3. p.p. 42-44. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/005%20Morkun%20Natalia.pdf Стаття присвячена завданням збагачувальному децентралізованого управління на основі структури Гаммерштейна з розподіленими параметрами. Встановлено, що реальна розподілена система Гаммерштейна може бути отримана за допомогою декомпозиції просторово-часових результатів моделювання, вмісту корисного компонента у вихідному продукті магнітної сепарації.
26	Morkun V., <u>Tron V.</u>, Paraniuk D. Method of automatic interpretation of information about the geological structure in the process of exploratory wells drilling // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 3. p.p. 45-48. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/006%20Morkun%20V.pdf Пропонується метод формування геологічної моделі на підставі інформації про експлуатаційні характеристики процесу буріння з використанням результатів кластеризації таких характеристик процесу, як крутий момент і швидкість буріння
27	<u>Pikilnyak A.</u> Adaptive control system of the iron ore flotation using a control action based on high-energy ultrasound // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No 2. p.p. 27-30. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_2/005Pikilnyak.pdf Досліджено залежності впливу високоенергетичного ультразвуку на залізорудну пульпу у процесі флотації. Представлено результати розроблення системи керування даним процесом з використанням означених залежностей
28	Golik V., Komashenko V., Morkun V., <u>Gaponenko I. A.</u> Improving the effectiveness of explosive breaking on the bade of new methods of borehole chargels initiation in quarries // Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 7. P. 383-387. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/061Vladimir%20Golik%20383-----387.pdf Представлено комплекс досліджень для підвищення ефективності вибухових зламів.

№	Назви статей та їх анотації
	Описано універсальний каналний підсилювач, диференціальною характеристикою якого є комбінація детонаційного вибухового заряду з поздовжньою порожниною для збільшення стабільного стану детонації.
29	Tishchenko S., Eremenko G., Kukhareenko O., <u>Pikilnyak A.</u>, <u>Gaponenko I. A.</u> Definition of the destruction zone boundaries and particle size distribution of blasted rock mass in the explosion of a single explosive charge in an inorganic medium // Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 8. P. 564-567. URL: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/090Tishchenko.pdf Запропоновано метод визначення границь зони руйнування та розподілу розмірів частинок розпорошеної породи під час вибуху свердловини в необмеженому середовищі на основі гідродинамічної моделі дії вибуху. Розглянуто проблему розширення циліндричної вибухової порожнини в умовах ідеальної нестискної рідини.

Анотації українською мовою монографій, наведених у таблиці 5.

№	Назви монографій та їх анотації
1	Моркун В. С. <u>Тронь В. В.</u>, Гончаров С. А., Подгородецкий Н. С. Энергоэффективное автоматизированное управление процессом обогащения руды с распознаванием ее технологических разновидностей. Кривой Рог, 2014. 326 с. У монографії розглянуто питання енергоефективного автоматизованого управління процесом збагачення руди, представленої декількома технологічними різновидами, розпізнавання яких здійснюється в ході технологічного процесу. Розглянуто методи моделювання та оптимізації процесів збагачення технологічних різновидів залізорудної сировини на основі динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку. Викладено результати розробки методів адаптивного керування замкнутим циклом подрібнення руди в умовах технологічної лінії рудозбагачувальній фабрики на базі гібридної нечіткої моделі. Представлено методи оптимального керування технологічним комплексом збагачення залізорудної сировини. Робота призначена науковцям, інженерам, студентам, аспірантам і докторантам, які займаються автоматизацією процесів керування збагаченням руд.

Анотації англійською мовою монографій, наведених у таблиці 6.

№	Назви монографій та їх анотації
1	Morkun V., <u>Morkun N.</u>, <u>Pikilnyak A.</u> Ultrasonic waves propagation in the gas-containing suspensions // Cambridge Scholars Publishing. Newcastle. 2017. 124 P. У роботі висвітлено результати розроблення і формалізації математичних моделей перетворення об'ємних та поверхневих ультразвукових хвиль при поширенні їх у газовмісній рудній пульпі. Представлено аналітичний опис впливу динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку на процес розподіл бульбашок газової фази пульпи за розмірами. Обґрунтовано теоретичні та експериментальні залежності впливу динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку при його поширенні у газовмісній пульпі на розподіл бульбашок газової фази за розмірами.

Анотації монографій англійською мовою, наведених у таблиці 7 цієї Форми.

№	Назви монографій та їх анотації
1	Моркун В. С. <u>Моркун Н. В.</u>, <u>Тронь В. В.</u> Оптимальное управление процессом обогащения железной руды. Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing. 2015. 321 с. The monograph examines the issues of decentralized, optimal and adaptive control of interconnected technological processes of ore processing taking into account its mineral-technological varieties on the basis of operative non-destructive control of the characteristics of ore material in the technological process. Criteria and methods of control and optimization of processes of processing of technological varieties of iron ore raw materials on the basis of

№	Назви монографій та їх анотації
	spatial-temporal models are considered. The results of the development of methods of adaptive control of ore processing stages in the conditions of the technological line of the ore-processing factory on the basis of fuzzy and neural network models are described. The work is intended for scientists, engineers, students, graduate students and doctoral students who are involved in the automation of processes for controlling ore processing. У монографії розглянуто питання децентралізованого, оптимального і адаптивного керування взаємопов'язаними технологічними процесами збагачення руди з урахуванням її мінералого-технологічних різновидів на основі оперативного неруйнівного контролю характеристик рудного матеріалу в ході технологічного процесу. Розглянуто критерії та методи керування та оптимізації процесів збагачення технологічних різновидів залізорудної сировини на основі просторово-часових моделей. Викладено результати розробки методів адаптивного керування стадіями збагачення руди в умовах технологічної лінії рудозбагачувальній фабрики на базі нечітких і нейромережевих моделей. Робота призначена науковцям, інженерам, студентам, аспірантам і докторантам, які займаються автоматизацією процесів керування збагаченням руд.