

Секція: Технології видобутку та переробки корисних копалин

Назва напрямку секції: 1. Підземний видобуток рудних і нерудних корисних копалин.
1.2. Науково-технічні проблеми збагачення корисних копалин

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

за завершеним прикладним дослідженням або завершеною науково-технічною (експериментальною) розробкою, виконання яких здійснювалось у 2018-2019 роках

Назва прикладного дослідження або науково-технічної (експериментальної) розробки (далі – дослідження або розробки): Розробка пристрою неруйнівного контролю фізико-хімічних властивостей гірських порід в експлуатаційних свердловинах

Керівник дослідження або розробки: Азарян Альберт Арамаїсович

Номер державної реєстрації: 0118U000120

Номер облікової картки заключного звіту: 0118U000120

Найменування організації-виконавця: Криворізький національний університет

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

Строки виконання: початок - 01.01.2018, закінчення - 31.12.2019

Обсяг коштів, виділених на виконання дослідження або розробки за весь період (згідно із запитом / фактичний): 1560.48 / 1219,000 тис. гривень.

1. КОРОТКИЙ ЗМІСТ ЗАПИТУ (до 30 рядків тексту)

1.1. Проблема, на вирішення якої було спрямовано прикладне дослідження або прикладну розробку: Відсутність технічних засобів контролю фізико-хімічних характеристик гірської маси і просторового положення та глибини експлуатаційних та вибухових свердловин здійснюють значний вплив на якість, кількість втрат руд, і на засмічення підірваної гірської маси при її підземному видобутку. Чим більше відхилення від проектного напрямку буріння та вихід свердловин за контур рудного родовища, тим значнішими є втрати руд і тим суттєвіше знижується загальна якість підірваної гірської маси. Розроблення і впровадження пристрою оперативного контролю напрямку, просторового положення свердловин і одночасного визначення фізико-хімічних властивостей масиву гірських порід дозволить знизити втрати руд підземного видобутку Криворізького залізорудного басейну на 630 тис. тон та підвищити вміст корисного компонента за рахунок зниження засмічення підірваної гірської маси на 3-5%.

1.2. Об'єкт і предмет дослідження або розробки: Предмет дослідження – методи оперативного контролю якості залізорудної сировини, просторового положення та глибини експлуатаційних та вибухових свердловин у процесі їх каротажу, математичні та комп'ютерні моделі, критерії та методи керування якістю залізорудної сировини і підтримання її оптимальних характеристик на основі ієрархічної структури оперативного контролю якості та параметрів вибухових свердловин в масиві гірських порід.

Об'єкт дослідження – процеси оперативного контролю якості залізорудної сировини та стану параметрів експлуатаційних та вибухових свердловин в масиві гірських порід.

1.3. Мета і основні завдання дослідження або розробки: Мета полягає у зниженні втрат руд, засмічення підірваної гірничої маси шляхом оперативного контролю глибини, положення експлуатаційних та вибухових свердловин в масиві та контролю якості руди для розширення сировинної бази України.

Завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети:

- обґрунтування принципів і формалізація процедури оперативного контролю глибини і просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин у масиві;
- розробка методики оцінки якості залізорудної сировини в масиві з застосуванням ядерно-

фізичних, магнітометричних та ультразвукових методів;

- розробка алгоритму оперативного контролю просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин в умовах видобутку залізорудної сировини;
- розробка алгоритму оперативного контролю глибини експлуатаційних та вибухових свердловин;
- розробка та дослідження математичної моделі факторів, що впливають на втрати руди і засмічення підірваної гірської маси;
- розробка функціональної і принципової схеми електронного інклінометра;
- розробка функціональної і принципової схеми електронного обмежувача глибини;
- розробка удосконаленої технології безперервного контролю глибини, просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин в масиві та якості руди;
- виготовлення макетного зразка інклінометра і дослідження технічних даних в залежності від повного елементного складу руди;
- розробка програми і методики дослідження свердловинного глибиноміра та електронного інклінометра;
- виготовлення та лабораторні випробування макетного зразка комбінованого зонда, який є поєднанням свердловинного глибиноміра, електронного інклінометра та каротажного пристрою;
- статистичний аналіз результатів лабораторних і напівпромислових досліджень комбінованого зонда.

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

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

2.1. Описати підхід щодо проведення дослідження або розробки, визначити, у чому його (її) новизна: Основою досліджень за проектом є системний підхід, з використанням якого здійснюється обґрунтування принципів і формалізація процедури комплексного оперативного контролю глибини і положення свердловин та фізико-хімічних властивостей масиву гірських порід.

Новизна підходу полягає у тому, що для оперативного контролю фізико-хімічних властивостей масиву гірських порід, а також глибини і положення свердловин вперше обґрунтовано можливість комбінованого каротажу з інклінометрією та контролем глибини. Вперше запропоновано метод комплексного вимірювання глибини і просторового положення свердловин та якості залізорудної сировини на основі ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових вимірювань.

2.2. Розкрити основні ідеї дослідження або розробки, як вони втілювались: Ідея дослідження полягає у синтезі ієрархічної структури оперативного контролю просторового положення і глибини свердловин та фізико-хімічних параметрів гірської маси, на основі якої формуються математичні та комп'ютерні моделі, критерії та методи керування якістю залізорудної сировини у процесі її видобутку.

Втілення ідеї дослідження здійснювалось шляхом обґрунтування принципів та формалізації процедури і методів оперативного контролю глибини і просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин в масиві та розробленні методу оцінювання якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових методів. Практична реалізація ідеї дослідження відбувалась шляхом розроблення програмних і апаратних компонентів комбінованого зонду для контролю просторового положення і глибини експлуатаційних та вибухових свердловин, а також для контролю фізико-хімічних характеристик масиву гірських порід.

2.3. Навести основні гіпотези дослідження або розробки, як вони підтверджувались або спростовувались, визначали формування науково-прикладних результатів: Робоча гіпотеза проекту полягає у тому, що шляхом синтезу ієрархічної структури оперативного контролю просторового положення і глибини експлуатаційних та вибухових свердловин та фізико-механічних і хіміко-мінералогічних параметрів гірської маси формуються математичні та комп'ютерні моделі просторового розподілення зазначених параметрів у масиві, що дозволяє підвищити вміст корисного компонента за рахунок зниження засмічення підірваної гірської

маси.

Підтвердження гіпотези щодо доцільності синтезу ієрархічної структури оперативного контролю просторового положення і глибини експлуатаційних та вибухових свердловин та фізико-механічних і хіміко-мінералогічних параметрів гірської маси було одержано у результаті виконання теоретичних розрахунків, лабораторних і напівпромислових досліджень макетного зразку комбінованого зонда із застосуванням методів системного аналізу, оптимізації, структурного аналізу і проектування, математичної статистики і теорії ймовірності для обробки результатів експериментів, аналітичного конструювання і комп'ютерного моделювання.

Науково-прикладні результати, які підтверджують сформульовану вище гіпотезу: методика обґрунтування принципів і формалізації процедури оперативного контролю глибини і просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин в масиві гірських порід; метод оцінки якості залізорудної сировини в масиві з застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових методів; алгоритм оперативного контролю просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин в умовах видобутку залізорудної сировини та оперативного контролю глибини експлуатаційних та вибухових свердловин; результати визначення і класифікації основних і додаткових факторів, що впливають на втрати руд і засмічення підірваної гірської маси; функціональна і принципова схема комбінованого зонду (інклінометру, глибиноміра та пристрою для контролю якості); макетний зразок комбінованого зонду і результати лабораторних досліджень його технічних характеристик в залежності від фізико-механічних і хіміко-мінералогічних властивостей залізорудної сировини.

2.4. Представити нові або оновлені методи та засоби, методику та методологію дослідження або розробки, що створені авторами у ході виконання дослідження або розробки; обґрунтувати, чим вони відрізняються від існуючих: У ході виконання роботи створено:

- метод оцінки неоднорідності фізико-хімічних характеристик гірської породи на основі магнітометрії та ультразвукових вимірювань, який відрізняється від відомих тим, що дозволяє здійснювати комплексну оцінку розподілення фізико-механічних характеристик гірського масиву та вмісту у ньому феромагнітного компонента на основі залежностей амплітуди від частоти результуючих пружних коливань, що формуються у масиві з урахуванням впливу магнітного із заданими параметрами;
- метод оцінки якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових вимірювань, який відрізняється від відомих тим, що у процесі контролю фізико-хімічних характеристик гірської породи використано подвійні комбіновані каротажні зонди, що дозволяє зменшити апаратну похибку вимірювань, пов'язану з кавернозністю й відстанню до стінки свердловини та вологістю гірської маси;
- метод оперативного контролю просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин, який відрізняється від відомих тим, що забезпечує здійснення інклінометрії похилих свердловин із просторовою орієнтацією інклінометра уздовж осі свердловини на основі чисельного розв'язку диференційного рівняння Пуассона у кватерніонному вигляді;
- метод оперативного контролю глибини експлуатаційних та вибухових свердловин на основі акустичного сигналу, який відрізняється від відомих тим, що у процесі вимірювання формується серія імпульсів певної частоти і амплітуди, за рахунок чого підвищується потужність зондуючого сигналу, збільшується відношення сигнал/шум і тим самим досягається підвищення завадостійкості.

2.5. Описати особливості структури та складових виконання дослідження або розробки: Особливість структури проведення досліджень обумовлена інтегрованістю ієрархічної структури оперативного контролю положення і глибини свердловин та фізико-хімічних параметрів гірської маси. На усіх етапах досліджень була реалізована інтеграція і комплексний аналіз результатів підсистем (структурних елементів) оперативного контролю положення і глибини свердловин та фізико-хімічних параметрів.

Особливостями складових виконання досліджень є поєднання результатів дослідження у трьох напрямках: теоретичних і практичних досліджень технологій видобутку корисних копалин; методів і засобів контролю фізико-хімічних характеристик гірської породи, просторового положення та глибини експлуатаційних та вибухових свердловин у процесі комплексного каротажу; формування інформаційних технологій оброблення одержаної інформації та синтезу динамічних математичних та імітаційних моделей просторового розподілення зазначених

параметрів у масиві гірської породи.

3. ОДЕРЖАНІ НАУКОВО-ПРИКЛАДНІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 100 рядків тексту)

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

Таблиця 1

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з техн. завданням	Заплановані результати	Отримані результати
1. з 01.01.2018 по 31.12.2018	Обґрунтування принципів і формалізація процедури оперативного контролю глибини і положення експлуатаційних свердловин в масиві гірських порід. Розробка методики оцінки якості залізорудної сировини в масиві з застосуванням ядерно -фізичних та інших геофізичних методів. Розробка алгоритму оперативного контролю просторового положення експлуатаційних свердловин в умовах підземного видобутку. Розробка алгоритму оперативного контролю глибини експлуатаційних свердловин. Розробка та дослідження математичної моделі факторів, що впливають на втрати руд і засмічення підірваної	методика обґрунтування принципів і формалізація процедури оперативного контролю глибини і положення експлуатаційних свердловин в масиві гірських порід; метод оцінки якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно -фізичних та інших геофізичних методів; метод розробки алгоритму оперативного контролю просторового положення експлуатаційних свердловин в умовах підземного видобутку та оперативного контролю глибини експлуатаційних свердловин; Звітна документація: опис прикладної технології оперативного контролю глибини і положення експлуатаційних свердловин в масиві гірських порід. Публікації, захисти магістерських, кандидатських та докторських дисертацій, об'єкти права інтелектуальної власності: 1 монографія, 7 статей у фахових виданнях, 11 матеріалів та тез доповідей конференцій, захист 1-ї кандидатської та 3-х магістерських дисертацій, підготовка до захисту 1-ї докторської дисертації, 3 патенти.	Розроблено методику обґрунтування принципів і формалізації процедури оперативного контролю глибини і положення експлуатаційних свердловин в масиві гірських порід; метод оцінки якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно-фізичних та інших геофізичних методів. Розроблено опис методу оперативного контролю просторового положення експлуатаційних свердловин в умовах підземного видобутку та оперативного контролю глибини експлуатаційних свердловин;

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з техн. завданням	Заплановані результати	Отримані результати
	гірської маси. Розробка функціональної і принципової схеми електронного інклінометра. Розробка функціональної і принципової схеми електронного обмежувача глибини. Розробка функціональної і принципової схеми комбінованого зонда.		
2. з <u>01.01.2019</u> по <u>31.12.2019</u>	Розробка удосконаленої технології безперервного контролю глибини, положення експлуатаційних свердловин в масиві і якості руди. Виготовлення макетного зразка комбінованого зонда і дослідження технічних даних в залежності від повного елементного складу руд. Розробка програми і методики дослідження свердловинного глибиноміра та електронного інклінометра. Лабораторні випробування	метод визначення і класифікації основних і додаткових факторів, що впливають на втрати руд і засмічення підірваної гірської маси; функціональна і принципова схема, електронного інклінометра і глибиноміра вибухових свердловин; макетний зразок комбінованого зонда і результати лабораторних досліджень технічних характеристик в залежності від повного фізико-хімічного складу і фізико-механічних властивостей мінеральної сировини. Програми і методики дослідження комбінованого зонда, що поєднує свердловинний глибиномір, електронний інклінометр та пристрій для гамма-каротажу; результатів лабораторних і напівпромислових досліджень комбінованого зонда. Обробка і аналіз	Результати визначення і класифікації основних і додаткових факторів, що впливають на втрати руд і засмічення підірваної гірської маси; функціональна і принципова схема, електронного інклінометра і глибиноміра вибухових свердловин; макетний зразок комбінованого зонда і результати лабораторних досліджень технічних характеристик в залежності від повного фізико-хімічного складу і фізико-механічних властивостей мінеральної сировини. Розроблено програми і методики дослідження комбінованого зонда, що поєднує свердловинний глибиномір, електронний інклінометр та пристрій для гамма-каротажу; результатів лабораторних і напівпромислових досліджень комбінованого зонда. Опис, оброблення і аналіз результатів лабораторних і напівпромислових досліджень.

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з техн. завданням	Заплановані результати	Отримані результати
	макетного зразка комбінованого зонда. Статистичний аналіз результатів лабораторних і напівпромислових досліджень комбінованого зонда.	результатів лабораторних і напівпромислових досліджень. Звітна документація: опис результатів експериментальних досліджень комбінованого зонда. Публікації, захисти магістерських, кандидатських та докторських дисертацій, об'єкти права інтелектуальної власності: 1 монографія, 1 навчальний посібник, 8 статей у фахових виданнях, 17 матеріалів та тез доповідей конференцій, захист 1-ї кандидатської та 4-х магістерських дисертацій, 4 патенти.	

3.2. Докладно розкрити одержані прикладні наукові результати щодо створення нового наукового знання або навести описи технологій, конструкторської, технологічної та програмної документації, дослідних зразків, положень, регламентів, стандартів, проектів нормативно-правових і методичних документів, що були створені, змінені та/або доповнені авторами у процесі виконання дослідження або розробки: Уперше встановлено, що для оперативного контролю фізико-хімічних характеристик гірської маси при проведенні гірничих робіт в умовах залізрудних родовищ доцільно використовувати гамма-гамма методи з урахуванням неоднорідності просторового розподілення характеристик гірського масиву, що визначаються за допомогою магнітометричних та ультразвукових методів.

Уперше запропоновано метод оперативного контролю фізико-хімічних характеристик гірської маси, який передбачає використання подвійних комбінованих каротажних зондів, що дозволяє зменшити похибку вимірювань, пов'язану з кавернозністю й відстанню до стінки скважини та вологістю.

Уперше розроблено метод контролю просторових характеристик свердловини (курсу, тангажу і крену) на основі показників гіроскопа, згідно з яким методом трапецій здійснюють чисельне інтегрування за часом кутових швидкостей по кожній осі координат за інтервал вимірювання, що дозволяє виконати пряму та зворотну інклінометрію похилих свердловин.

Уперше розроблено акустичний метод вимірювання глибини свердловин, що передбачає формування акустичного сигналу певної форми, частоти і тривалості та паралельну реєстрацію відбитого луна-сигналу; а також перетворення акустичного сигналу до цифрової форми, збереження до оперативної пам'яті і передавання цифрової аудіограми на верхній рівень, де виконується її аналіз й розрахунок глибини свердловини.

Розроблено функціональну схему комбінованого зонда, яка містить: модуль живлення, контролер живлення, гіроскоп, акселерометр, знімний накопичувач даних, центральний контролер управління, ультразвуковий датчик, датчик шляху, радіометр, магнітометр, контролер відеоканалу, освітлювач, відеокамеру.

Розроблено алгоритм вимірювання глибини свердловин акустичним методом, шляхом випромінюванні короткого звукового сигналу в гирлі свердловини і вимірюванні інтервалу часу, що пройшов від моменту випромінювання до моменту реєстрації відбитого від дна свердловини луна-сигналу. Алгоритм включає такі етапи: розрахунок обвідної; згладжування обвідної; пошук глобальних максимумів обвідної в зонах прямого і зворотного сигналів; зріз кожного з двох піків обвідної на рівні -6дБ від його максимуму, визначення координат лівої і правої точок зрізу, і розрахунок по ним координат середини даного відрізка, тобто медіани кожного піку. Результатом роботи алгоритму є відстань між знайденими медіанами піків прямого і відбитого сигналів.

Синтезовано рівняння, яким мають задовольняти координати центру кривизни свердловини на площині для визначення проекції викривленої вибухової свердловини на площину. За результатами моделювання отримані основні рівняння моделі викривленої вибухової свердловини та просторового розподілення фізико-хімічних характеристик у масиві гірської породи.

Обґрунтовувано та дана чисельна оцінка похибки вимірювання вмісту корисного компонента при каротажі, яка є інтегральною величиною декількох видів похибок: апаратної, проміжної зони вимірювання, мінливості речовинного складу та стану масиву (вологість, тріщинуватість, кавернозність).

3.3. Визначити, які із результатів і як само були науково обґрунтовані та доведені, як вони пов'язані із закономірностями організації та розвитку природи, суспільства людини, їх взаємозв'язків (і якими саме); які результати розробки було створено виключно на основі узагальнення практичного досвіду і не вимагали науково-технологічних досліджень: Метод оцінки неоднорідності фізико-хімічних характеристик гірської породи на основі магнітометрії та ультразвукових вимірювань науково обґрунтований із застосуванням методів із застосуванням методів чисельного моделювання, математичної статистики й теорії імовірності.

Метод оперативного контролю фізико-хімічних характеристик гірської маси, який передбачає використання подвійних комбінованих каротажних зондів, що дозволяє зменшити похибку вимірювань, пов'язану з кавернозністю й відстанню до стінки скважини та вологістю науково обґрунтований із застосуванням методів математичної статистики й теорії імовірності для оброблення результатів експериментів.

Метод контролю просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин (курсу, тангажу і крену) на основі показників гіроскопа, згідно з якою методом трапецій здійснюють чисельне інтегрування за часом кутових швидкостей по кожній осі координат за інтервал вимірювання науково обґрунтований із застосуванням методів аналітичного конструювання і комп'ютерного моделювання у сучасних програмних пакетах для математичних розрахунків.

Метод оперативного контролю глибини експлуатаційних та вибухових свердловин на основі акустичного сигналу, що передбачає формування акустичного сигналу певної форми, частоти і тривалості та паралельну реєстрацію відбитого луна-сигналу науково обґрунтований із застосуванням методів системного аналізу, методів чисельного моделювання. Зазначені методи дозволили синтезувати і дослідити особливості процесу вимірювання при різних початкових умовах та станах зовнішнього середовища.

3.4. Довести наукову і науково-прикладну новизну результатів дослідження або розробки на основі їх змістовного порівняння із існуючими аналогами у світовій науці, техніці і технологіях на основі посилань на конкретні публікації. Список цих публікацій навести у Додатку 1 до цього Анотованого звіту. Довести переваги отриманих науково-прикладних результатів над аналогами, суміжними науково-прикладними напрацюваннями світової спільноти вчених, конструкторів, технологів, програмістів: У відповідності до результатів досліджень N. Beattie моніторинг характеристик гірської породи у процесі буріння свердловин запропоновано здійснювати на основі параметрів бурової установки. Недоліком даного підходу можна вважати відсутність прямого чи непрямого вимірювання характеристик гірської породи, що буриться. Аналогічний підхід використано у роботі J. Martin для оцінювання характеристик геологічної структури. 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. Перевагою розробленого у даній роботі методу є застосування подвійних комбінованих

каротажних зондів для оцінювання фізико-хімічних характеристик гірської маси у масиві.

У дослідженнях X. Pan та V. M. Bowa, J. B. Segui, M. Higgins, M. J. Scoble, J. Peck., C. Hendricks запропоновано підхід до статичного розрахунку параметрів свердловин в умовах технологічних процесів видобутку рудної сировини, проте недостатньо уваги приділено процесами оперативного контролю характеристик свердловин у процесі буріння. Перевагою розробленого у даній роботі методу є здійснення інклінометрії похилих свердловин з урахуванням просторової орієнтації інклінометра уздовж осі свердловини.

На відміну від підходу, висвітленого у працях Н. Schunnesson, K. Holme., Z.Q. Yue, C.F. Lee, K.T. Law, L.G. Lam при здійсненні оперативного контролю глибини свердловин на основі акустичного сигналу процесі вимірювання формується серія імпульсів, за рахунок чого підвищується потужність зондуючого сигналу, збільшується відношення сигнал/шум і тим самим досягається підвищення завадостійкості.

3.5. Обґрунтувати цінність очікуваних результатів для світової та вітчизняної науки, техніки і технологій: Цінність очікуваних результатів для світової та вітчизняної науки полягає у тому, що виконано:

- удосконалення методу оцінки неоднорідності фізико-хімічних характеристик гірської породи на основі магнітометрії та ультразвукових вимірювань, що дозволяє здійснювати комплексну оцінку розподілення фізико-механічних характеристик гірського масиву та вмісту у ньому феромагнітного компонента;
- удосконалення методу оцінки якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових вимірювань, що дозволяє зменшити апаратну похибку вимірювань, пов'язану з кавернозністю й відстанню до стінки свердловини та вологістю гірської маси;
- удосконалення методу оперативного контролю просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин, що забезпечує здійснення інклінометрії похилих свердловин;
- удосконалення методу оперативного контролю глибини експлуатаційних та вибухових свердловин на основі акустичного сигналу, що забезпечує підвищення завадостійкості вимірювань.

4. ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ДЛЯ СУПІЛЬСТВА ТА ЕКОНОМІКИ (до 100 рядків)

4.1. Визначити та обґрунтувати використання очікуваних результатів для конкретної галузі, потреб розвитку науково-технологічної сфери, вирішення світових проблем; довести відповідність потребам суспільства та економіки країни. Навести у Додатку 2 до цього Анотованого звіту результати проведених маркетингових досліджень щодо просування науково-прикладних результатів на світовий ринок, визначити потенційних замовників, навести у Додатку 3 до цього Анотованого звіту перелік реальних майбутніх користувачів, з якими вже встановлено попередні договірні стосунки: Результати моделювання та апробації: розробленого пристрою неруйнівного контролю фізико-хімічних властивостей гірських порід в експлуатаційних свердловинах на основі методу оцінки неоднорідності фізико-хімічних характеристик гірської породи, методу оперативного контролю фізико-хімічних характеристик гірської маси, методу контролю просторового положення експлуатаційних та вибухових свердловин, методу оперативного контролю глибини експлуатаційних та вибухових свердловин на основі акустичного сигналу; дозволяють рекомендувати дану систему для промислового застосування на гірничих підприємствах. Зазначене підтверджується довідками про використання результатів науково-дослідних робіт виконаних Криворізьким національним університетом Міністерства освіти і науки України: ПрАТ «Полтавський ГЗК»; «Асоціація Укррудпром. На замовлення ТОВ «Рудпромгеофізика» виконано 2 госпдоговірні науково-дослідні роботи: «Дослідження підвищення точності каротажу вибухових свердловин в умовах гірничо-збагачувальних комбінатів», «Розробка інклінометра для оперативного контролю Zenітних кутів і магнітних азимутів рудних свердловин підземного видобутку». Виконано госпдоговірну науково-дослідну роботу на замовлення ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат»: «Дослідження мінералогічного, хімічного складу залізних руд ПрАТ «ЗЗРК» та складання рекомендацій з вибору оптимальної схеми підвищення складу заліза в руді». Зазначеними підприємствами використовуються такі результати роботи:

- метод оперативного контролю фізико-хімічних характеристик гірської маси, який передбачає використання подвійних комбінованих каротажних зондів;

- метод контролю просторових характеристик свердловини (курсу, тангажу і крену) на основі показників гіроскопа, згідно з яким методом трапецій здійснюють чисельне інтегрування за часом кутових швидкостей по кожній осі координат за інтервал вимірювання;
 - метод вимірювання глибини свердловин, що передбачає формування акустичного сигналу певної форми, частоти і тривалості та паралельну реєстрацію відбитого луна-сигналу; а також перетворення акустичного сигналу до цифрової форми, збереження до оперативної пам'яті і передавання цифрової аудіограми на верхній рівень, де виконується її аналіз й розрахунок глибини свердловини;
 - функціональну схему комбінованого зонда, яка містить: модуль живлення, контролер живлення, гіроскоп, акселерометр, знімний накопичувач даних, центральний контролер управління, ультразвуковий датчик, датчик шляху, радіометр, магнітометр, контролер відеоканалу, освітлювач, відеокамеру.
 - алгоритм вимірювання глибини свердловин акустичним методом, шляхом випромінюванні короткого звукового сигналу в гирлі свердловини і вимірюванні інтервалу часу, що пройшов від моменту випромінювання до моменту реєстрації відбитого від дна свердловини луна-сигналу;
- Значимість отриманих результатів дослідження є створення комплексної ієрархічної системи контролю і управління якістю мінеральної сировини і технічних параметрів експлуатаційних та вибухових свердловин, що дозволить знизити засмічення підірваної гірничої маси на 3% і втрати руд – на 7%, збільшити на 0,03% вміст корисного компонента в концентраті, забезпечити конкурентоспроможність на світовому ринку і розширити сировинну базу України. Перевагою даного проекту є комплексне вирішення проблем підвищення якості товарної руди, зниження втрат і зубожіння підірваної гірської маси шляхом використання синтезу ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових методів.

Проведені дослідження показали доцільність застосування синхронного каротажу з інклінометрією для оперативного контролю вмісту корисного компонента і положення експлуатаційних та вибухових свердловин. Значимість результатів дослідження полягає у створенні комбінованого зонда у вигляді елемента комплексної ієрархічної системи контролю і управління якістю мінеральної сировини і технічних параметрів експлуатаційних та вибухових свердловин, що дозволить знизити засмічення підірваної гірничої маси і втрати руд, підвищити якість товарної руди, що забезпечить конкурентоспроможність гірничовидобувних підприємств на світовому ринку і розширить сировинну базу України. Зниження втрат дозволить додатково отримати 630000 т товарної руди на рік, яка зараз залишається в надрах, та позаплановий дохід підприємств в розмірі 1,017 млрд. грн., що забезпечить значні додаткові надходження у бюджет країни. Перевагою даного проекту є комплексне вирішення проблем підвищення якості товарної руди, зниження втрат і засмічення підірваної гірської маси шляхом використання синтезу ядерно-фізичних, магнітометричних та ультразвукових методів.

4.2. Довести цінність результатів для підготовки фахівців у системі освіти, зокрема фахівців вищої кваліфікації. Відокремити використання очікуваних результатів від науково-методичних завдань, що виконуються викладачами у межах їх основної педагогічної діяльності. Навести у Додатку 4 до цього Аногованого звіту теми досліджень магістрантів (студентів), аспірантів і докторантів, кількість місяців їх роботи за темою з оплатою: Методичні підходи, розроблені на базі одержаних результатів, покладені в основу практичних занять та лабораторних занять з дисциплін:

«Прикладне та системне програмування»: алгоритм функціонування універсального інклінометра із застосуванням прямої та зворотної інклінометрії похилих свердловин; алгоритм вимірювання глибини свердловин акустичним методом на основі розрахунку обвідної.

«Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем»: функціональна схема універсального інклінометра, що містить: модуль живлення, контролер живлення, гіроскоп, акселерометр, знімний накопичувач даних, центральний контролер управління, модуль зв'язку для діагностики та аварійної сигналізації, датчик шляху; пристрій для вимірювання глибини свердловин акустичним методом шляхом випромінюванні короткого звукового сигналу в гирлі свердловини і вимірюванні інтервалу часу, що пройшов від моменту випромінювання до моменту реєстрації відбитого від дна свердловини луна-сигналу.

«Ідентифікація та моделювання складних автоматизованих систем»: метод оперативного контролю фізико-хімічних характеристик гірської маси, який передбачає використання подвійних комбінованих каротажних зондів; метод контролю просторових характеристик

свердловини (курсу, тангажу і крену) на основі показників гіроскопа; метод вимірювання глибини свердловин акустичним методом.

Результати виконання проекту використані для підготовки таких кваліфікаційних робіт: Ключков А. В. «Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи для підвищення якісних показників залізної руди», Ковальов О. І. «Розробка вимірювального каналу для оперативного контролю вмісту заліза магнітного у вибухових свердловинах», Муліка М. Ю. «Система управління якістю рудопотоків залізрудних гірничо-збагачувальних комбінатів», Огієнко Д. В. «Технологія підвищення якості товарної продукції за рахунок використання високоенергетичного ультразвуку», Толстіхін М. А. «Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи для магнітного каротажу геофізичних свердловин».

На основі результатів проекту захищено такі дисертаційні роботи: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора наук на тему «Технологічно-теоретичні засади управління якістю залізничної сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів» (В. А. Азарян), та кандидатська дисертація «Обґрунтування технології дезінтеграції рудних флокулоутворень і агрегатів при магнітно-флотаційному збагаченні магнетитових кварцитів» (В. О. Равінська)

5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРОБКИ

(зазначати виключно доробок, серед авторів яких 50% і більше належать до колективу виконавців, визначеного у Таблиці 11. Оцінюючи наукові праці на відповідність меті, предмету та завданням дослідження або розробки, експерт має право не зараховувати їх у разі повної невідповідності)

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

Таблиця 2

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
1	<u>Azaryan, A.</u> , <u>Gritsenko, A.</u> , <u>Trachuk, A.</u> , Serebrennikov, V., <u>Shvets, D.</u> Using the intensity of absorbed gamma radiation to control the content of iron in ore. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol 3, No 5 (99). pp. 29-35.	Scopus
2	<u>Azaryan, A.</u> , <u>Gritsenko, A.</u> , <u>Trachuk, A.</u> , <u>Shvets, D.</u> Development of the method to operatively control quality of iron ore raw materials at open and underground extraction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol 5, No 5 (95). pp. 13-19.	Scopus
3	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , Hryshchenko S. Study of the Lamb waves propagation along a plate in contact with a randomly inhomogeneous heterogeneous medium // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(5-91). P. 18-27.	Scopus
4	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , Hryshchenko S. Synthesis of robust controllers for the control systems of technological units as iron ore processing plants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(2-91). P. 37-47	Scopus
5	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> Estimation of the Crushed Ore Particles Density in the Pulp Flow Based on the Dynamic Effects of High-Energy Ultrasound. Archives of acoustics. 2018. Vol. 43. Iss. 1. P. 61-67	Scopus
6	Kupin A., Kuznetsov D., Muzyka I., <u>Paraniuk D.</u> , <u>Serdiuk O.</u> , <u>Suvorov O.</u> , <u>Dvornikov V.</u> The concept of a modular cyberphysical system for the early diagnosis of energy equipment. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 4. No. 2 (94). P. 72-80	Scopus

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; підкреслити прізвища авторів, зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
7	Pysmennyi S., Brovko D., Shwager S., <u>Kasatkina I.</u> , <u>Paraniuk D.</u> , <u>Serdiuk O.</u> Development of complex-structure ore deposits by means of chamber systems under conditions of the Kryvyi Rih iron ore field. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 5. No. 1 (95). P. 33-45.	Scopus
8	<u>Azaryan A.A.</u> , Batareyev A.S., Karamanits F I., <u>Kolosov V.A.</u> , <u>Morkun V.S.</u> Ways to Reduce Ore losses and Dilution in Iron Ore Underground Mining in Kryvbass. Science and Innovation. 2018. Vol 14(4). P. 17-24.	Scopus
9	Golik V.I., Komashchenko V.I., <u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Hryshchenko S.M.</u> Energy Saving in Mining Production. Science innovations. 2018. Vol. 14(3). P. 33-45. URL: https://doi.org/10.15407/scin14.03.033 .	Scopus
10	Golik V., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Gaponenko I.</u> Improvement of hole drilling technology for ore drawing intensification. Mining of Mineral Deposits. 2018. Vol. 12(3). P. 63-70. URL: https://doi.org/10.15407/mining12.03.063 .	WoS
11	<u>Morkun V. S.</u> , <u>Morkun N. V.</u> , <u>Hryshchenko S. M.</u> , <u>Tron V. V.</u> Synthesis of the noise immune algorithm for adaptive control of ore concentration. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2018. Vol. 3. P. 183-190. DOI 10.15588/1607-3274-2018-3-20.	WoS
12	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , <u>Hryshchenko S.</u> , <u>Serdiuk O.</u> , Dotsenko I. Basic regularities of assessing ore pulp parameters in gravity settling of solid phase particles based on ultrasonic measurements. Archives of Acoustics. 2019. Vol. 44(1). P. 161-167. DOI: 10.24425/aoa.2019.126362.	WoS
13	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Tron V.V.</u> , <u>Hryshchenko S.M.</u> , Brovko D.V., <u>Paranyuk D.I.</u> , Serdyuk A.Y. Evaluation of particle density of pulp solid phase using gamma-ray and Lamb waves measuring channels. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2019. Vol. 330(12). P. 19-33. DOI: 10.18799/24131830/2019/2/88.	Scopus
14	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Tron V.V.</u> , <u>Hryshchenko S.M.</u> , <u>Suvorov O. I.</u> , <u>Paraniuk D.I.</u> , <u>Serdiuk O.J.</u> Reducing dimension of spatio-temporal models of nonlinear dynamic processes of iron ore raw materials enrichment. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. Vol. 330(12), c. 151-167. DOI: 10.18799/24131830/2019/12/2416.	Scopus
15	Kotov I., <u>Suvorov O.</u> , <u>Serdiuk O.</u> Development of methods for structural and logical model unification of metaknowledge for ontologies evolution managing of intelligent systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol 2, No 4(98). P. 38-47. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.155410.	Scopus
16	Golik V., Mitsik M., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Transportation of concentration and leaching tailings in underground mining of metal deposits. Mining of Mineral Deposits. 2019. 13(2). P. 111-120. URL: http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/154108 .	Scopus
17	<u>Morkun V.</u> , Kotov I. Intellectualization of Emergency Control of Power Systems on the Basis of Incorporated Ontologies of Knowledge-Bases. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Volume 13, Issue 2, P. 86-94. DOI: 10.2478/ama-2019-0012.	Scopus
18	Golik V., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Investigation of mechanochemical leaching of non-ferrous metals. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 113-123. DOI: 10.2478/ama-2019-0016.	Scopus
19	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Tron V.V.</u> , Dotsenko I.A. Adaptive control system for the magnetic separation process. Sustainable Development of Mountain Territories. 2018. Vol. 10(4). P. 545-557. URL:	Scopus

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити</u> <u>прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
	http://naukagor.ru/en%2Dgb/Articles/ArtMID/2518/ArticleID/2908/	

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

Таблиця 3

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити</u> <u>прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
1	Pokryshen, D.A., Prokofiev, E.H., <u>Azaryan, A.A.</u> Blogger and YouTube services at a distant course "Database management system Microsoft Access". In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 6 th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018, CEUR-WS.org, pp. 516-528.	Scopus
2	Amelina, S.M., Tarasenko, R.O., <u>Azaryan, A.A.</u> Information and technology case as an indicator of information competence level of the translator. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 6 th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018, CEUR-WS.org, pp. 266-278.	Scopus
3	Tarasenko, R.O., Amelina, S.M., <u>Azaryan, A.A.</u> Features of the use of cloud-based translation systems in the process of forming information competence of translators. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 6 th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018, CEUR-WS.org, pp. 322-335, online (2019, in press)	Scopus
4	<u>Morkun V.S.</u> , Semerikov S.O., <u>Morkun N.V.</u> , <u>Hryshchenko S.M.</u> , Kiv A.E. Defining the structure of environmental competence of future mining engineers: ICT approach // 1st International Workshop on Augmented Reality in Education - CEUR Workshop Proceedings. 2018. Vol. 2257. P. 198-203.	Scopus
5	Golik V., Razorenov Yu., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> Simulation of deposit parameters in underground development mining // Ukrainian School of Mining Engineering. - E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 60, №00029. URL: DOI: 10.1051/e3sconf/20186000029.	Scopus
6	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Method of ultrasonic measurement of the main characteristics of gas-containing ore suspensions. IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). 2019. P. 590-595. DOI: 10.1109/ELNANO.2019.8783887.	Scopus
7	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Flotation process optimization using high-energy ultrasound frequency control. IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). 2019. P. 620-625. DOI: 10.1109/ELNANO.2019.8783390.	Scopus
8	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , <u>Hryshchenko S.</u> , <u>Serdiuk O.</u> , Sulyma T. System of multi-channel ultrasonic and radiometric measurements for determining characteristics of concentration products. IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). 2019. P. 664-667. DOI: 10.1109/ELNANO.2019.8783226.	Scopus

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
9	<u>Morkun V.</u> , <u>Hryshchenko S.</u> , <u>Serdiuk O.</u> , <u>Ilitskiy A.</u> Ultrasonic control of the level of the heterogeneous surface medium in mining. E3S Web of Conferences. 2019. 123. 01013. DOI: 10.1051/e3sconf/201912301013.	Scopus
10	<u>Morkun N.</u> , <u>Oliinyk T.</u> , <u>Kasatkina I.</u> , <u>Rytsko O.</u> Adaptive control of ore mill charge. E3S Web of Conferences. 2019. 123. 01038. DOI: 10.1051/e3sconf/201912301038.	Scopus
11	<u>Tron V.</u> , <u>Tsokurenko O.</u> , <u>Paraniuk D.</u> , <u>Haponenko I.</u> , Formation of the adaptive fuzzy model of the rock geological structure for exploratory drilling. E3S Web of Conferences. 2019. 123. 01037. DOI: 10.1051/e3sconf/201912301037.	Scopus
12	Golik V. I., Razorenov Yu. I., <u>Morkun V. S.</u> , <u>Morkun N. V.</u> , <u>Tron V. V.</u> , Serdiuk O. J. Concept of mining design by applying information support // Computer science, information technology and automation. 2018. Vol. 8. P. 13-18.	-
13	<u>Morkun V. S.</u> , <u>Tron V. V.</u> , <u>Paranyuk D. I.</u> Adaptive control and identification of drilling system with considering the type of drilled ore material // Computer science, information technology and automation. 2018. Vol. 8. P. 33-38.	-
14	<u>Моркун В. С.</u> , <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Тронь В. В.</u> Оцінка густини часток твердої фази пульпи з використанням гамма-випромінювання і хвиль Лемба // Розвиток промисловості та суспільства : Міжнар. наук.-техн. конф., 23-25 травн. 2018 р. : матеріали конф. – Кривий Ріг: КНУ, 2018. –Т. 2. – С. 134.	-
15	<u>Моркун В.</u> , <u>Тронь В.</u> , <u>Паранюк Д.</u> Управление процессом бурения с адаптацией к разновидности горной породы // Школа підземної розробки : XII Міжнародна наук.-практ. конф., 04-08 вересня 2018 р. : тези доповідей. Бердянськ, 2018. С. 57-58.	-
16	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilnyak A.</u> Automated control system for the gas bubble size distribution in the iron ore flotation process. Proceedings of the XIV International Conference «Strategy of Quality in Industry and Education» (June 4-7, 2018, Varna, Bulgaria). Dnipro-Varna, Volume II, 2018. P. 305-309.	-
17	<u>Тронь В. В.</u> , Божченко О. І. Децентралізоване енергоефективне керування процесами гірничого виробництва з урахуванням еколого-економічних наслідків // Сучасні технології розробки рудних родовищ. Еколого-економічні наслідки діяльності підприємств ГМК. До 85-річчя заснування НДГРІ : збірник наукових праць за результатами роботи V Міжнародної наук.-техн. конф., 23-24 листопада 2018 р. – Кривий Ріг, 2018. – С. 118-119.	-
18	<u>Моркун В. С.</u> , <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Тронь В. В.</u> Оптимальне керування розподіленими процесами збагачувального виробництва // Сучасні технології розробки рудних родовищ. Еколого-економічні наслідки діяльності підприємств ГМК. До 85-річчя заснування НДГРІ : збірник наукових праць за результатами роботи V Міжнародної наук.-техн. конф., 23-24 листопада 2018 р. – Кривий Ріг, 2018. – С. 122-123.	-
19	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> , <u>Грищенко С.М.</u> , <u>Тронь В.В.</u> , <u>Сердюк О.Ю.</u> , <u>Пилипенко О.В.</u> Оцінка функції розподілу часток подрібненої руди за ступенем розкриття мінералів // Розвиток промисловості та суспільства : Міжнар. наук.-техн. конф., 22-24 травн. 2019 р. : матеріали конф. – Кривий Ріг: КНУ, 2019. –Т. 2. – С. 116.	-
20	<u>Паранюк Д.І.</u> Автоматизоване керування процесом буріння свердловин в гірському масиві із феромагнітних порід // Розвиток промисловості та суспільства : Міжнар. наук.-техн. конф., 22-24 травн. 2019 р. : матеріали	-

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; підкреслити прізвища авторів, зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
	конф. – Кривий Ріг: КНУ, 2019. –Т. 2. – С. 146.	
21	<u>Сердюк О.Ю.</u> Моделювання траєкторії руху частинок твердої фази пульпи під впливом ультразвукових хвиль. Розвиток промисловості та суспільства : Міжнар. наук.-техн. конф., 22-24 травн. 2019 р. : матеріали конф. Кривий Ріг: КНУ, 2019. –Т. 2. – С. 148.	-
22	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Сердюк О.Ю., Тронь В.В., Грищенко С.М.</u> Оцінка параметрів процесу осадження часток подрібненої руди в дешламаторі. Стратегія якості в промисловості і освіті: XV Міжнародна конференція: матеріали. Дніпро-Варна, 2019. С. 138-141.	-
23	<u>Моркун Н., Тронь В., Паранюк Д.</u> Оцінка геологічної структури гірської породи в процесі буріння розвідувальних свердловин // Українська школа гірничої інженерії: тези доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції., Бердянськ, 03-07 вересня 2019 р.. Д.: ЛізуновПрес, 2019. С. 55-56.	-
24	<u>Kotov I.A., Tron V.V., Serdiuk O.Y., Pylypenko O.V.</u> Efficiency of thesaurus of factual collocations of professional ontology of linguistic corpus of power system accidents. Computer science, information technology, automation. 2019. Vol. 5, iss. 1. P. 24-34. DOI: 10.31721/2414-9055.2019.5.1.24.	-
25	<u>Morkun V.S., Savytskyi O.I., Ruban S.A.</u> Automated control system for alternative energy supply of a mining enterpris. Computer science, information technology, automation. 2019. Vol. 5, iss. 1. P. 35-44. DOI: 10.31721/2414-9055.2019.5.1.35.	-
26	<u>Тронь В. В.</u> Критерій оптимізації керування збагаченням руди з урахуванням еколого-економічних показників. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку : Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. 12-18 березня 2018 р. Черкаси. С. 23-25.	-
27	<u>Тронь В. В.</u> Аналіз ефективності застосування хмарних сервісів у системах автоматизації процесів гірничої промисловості. Інформатика, управління та штучний інтелект : Матеріали п'ятої міжнародної наук.-техн. конф. студентів, магістрів та аспірантів, 20-22 листопада 2018 р. Харків, 2018. С. 87.	-
28	<u>Азарян В. А., Жуков С. О.</u> Результати технологічного удосконалення систем управління сировинною якістю складних динамічних рудопотоків. Розвиток промисловості та суспільства : Міжнар. наук.-техн. конф., 22-24 травн. 2019 р. : матеріали конф. Кривий Ріг: КНУ, 2019. –Т. 1. – С. 19.	-

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

Таблиця 4

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; підкреслити прізвища авторів, зазначених у до списку виконавців
1	<u>Азарян А. А., Зубкевич В. Ю., Швець Д. В.</u> Разработка комплексной системы для повышения качественных показателей железной руды. Вісник Криворізького національного університету : збірн. наук. праць. 2018. Вип. 47. С. 68-76.

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; підкреслити прізвища авторів, зазначених у до списку виконавців
2	<u>Азарян В.А.</u> Контроль и управление качеством рудопотоков железорудных горно-обогатительных комбинатов. Вісник Криворізького національного університету : збірн. наук. праць. 2018. Вип. 46. С. 159-164.
3	<u>Азарян А. А.</u> , Трачук А. А., <u>Гриценко А. Н.</u> , <u>Швец Д. В.</u> Разработка измерительного канала для оперативного контроля содержания железа магнитного во взрывных скважинах. Центральноукраїнський науковий вісник. Серія : Технічні науки. 2019. Вип. 1. С. 138-145.
4	<u>Азарян А.А.</u> , Котов І.А. Структурно-логічна модель фактів як засіб репрезентації характеристик компонентів електроенергетичних систем. Гірничий вісник : наук.-техн. збірн. 2018. Вип. 103. С. 137-142.
5	<u>Азарян А. А.</u> , Батареев А. С., Караманиц Ф. И., Колосов В. А., <u>Моркун В. С.</u> Пути снижения потерь и засорения железной руды подземной добычи в Кривбассе. Наука та інновації. 2018. № 4. С. 18-26.
6	<u>Азарян А.А.</u> , Котов І.А. Оцінка ефективності тезауруса професійної лексики в онтологіях систем підтримки рішень для керування режимами енергосистем. Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. - Харків: НТУ "ХПІ". 2018. № 24 (1300) С. 100-111
7	<u>Азарян В.А.</u> Контроль и управление качеством рудопотоков железорудных горно-обогатительных комбинатов. Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. 2018. Вип. 46. С. 159-164.
8	<u>Швец Д.В.</u> Автоматизоване керування процесом подрібнення магнетитових руд на основі визначення їх міцності. Гірничий вісник : наук.-техн. збірн. 2018. Вип. 103. С. 115-120.
9	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Сердюк О.Ю.</u> Використання високоенергетичного ультразвуку для оцінки параметрів процесу осадження часток твердої фази пульпи. Вісник Криворізького національного університету : збірн. наук. праць. 2019. Вип. 48. С. 68-76.
10	Губін Г. В., <u>Моркун В. С.</u> , Олійник Т. А., <u>Тронь В.В.</u> , <u>Равінська В. О.</u> Підвищення якості товарної продукції за рахунок використання високоенергетичного ультразвуку. Вісник Криворізького національного університету : збірн. наук. праць. 2018. Вип. 46. С. 169-174.
11	<u>Моркун В. С.</u> , <u>Моркун Н. В.</u> , <u>Тронь В. В.</u> , <u>Сердюк О. Ю.</u> Формування сепараційної характеристики процесу згущення рудної сировини на основі методу модельного прогнозування. Гірничий вісник : наук.-техн. збірн. 2019. Вип. 105. С. 8-14.
12	Golik V.I., Dzaparov V.Kh., Kharebov G.Z., <u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Tron V.V.</u> Information technologies in designing mining objects. Гірничий вісник : наук.-техн. збірн. 2018. Вип. 103. С. 209-217.
13	<u>Моркун В. С.</u> , <u>Тронь В. В.</u> , <u>Гапоненко И. А.</u> , <u>Паранюк Д. И.</u> Идентификация структуры горной породы в процессе бурения на основе ультразвуковых измерений. Гірничий вісник : наук.-техн. збірн. 2018. Вип. 104. С. 81-87.
14	<u>Моркун В. С.</u> , <u>Тронь В. В.</u> , <u>Равінська В. О.</u> Ультразвукова дезінтеграція рудних флокулоутворень перед флотаційним збагаченням залізної руди. Качество минерального сырья : сб. науч. тр. 2018. Т. 2. С. 101-109.
15	<u>Моркун В. С.</u> , <u>Тронь В. В.</u> , <u>Паранюк Д. И.</u> Оптимизация нейро-нечетких структур в системе управления процессом бурения с учетом типа породы. Качество минерального сырья : сб. науч. тр. 2018. Т. 2. С. 6-13.
16	<u>Моркун В.С.</u> , Губін Г.В., Олійник Т.А., <u>Тронь В.В.</u> Моделювання впливу ультразвукового сигналу в середовищі для розробки нової технології рудопідготовки залізорудної сировини, Збагачення корисних копалин. 2018. Вип. 69(110). С. 95-109.

5.4. Перелік опублікованих монографій відповідно до таблиці 5:

Таблиця 5

№	Повні дані про монографії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
1	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В.</u> Адаптивна система управління процесом магнітної сепарації залізної руди на базі засобів ультразвукового контролю. Кривий Ріг: КНУ, 2019. 159 с.
2	<u>Morkun V., Morkun N.,</u> Pikilnyak A. The propagation of ultrasonic waves in gas-containing suspensions. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2019. 142 p.
3	<u>Morkun V.,</u> Semerikov S., <u>Hryshchenko S.</u> Methods of Using Geoinformation Technologies in Mining Engineers' Training. Cambridge Scholars Publishing, 2018. 227 p.

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

Таблиця 6

№	Повні дані про підручники, навчальні посібники, словники, довідники; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
1	<u>Моркун Н.В.,</u> Завсєгдашня І.В. Управління ІТ-проектами в умовах гірничо-металургійного комплексу: навчальний посібник. Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2018. 238 с.
2	Підготовка і захист дисертації на здобуття наукового ступеня у галузі технічних наук: інформ.-довідк. посіб. Автори-упорядники: <u>В. С. Моркун</u> , М. І. Ступнік, <u>В. В. Тронь</u> . Кривий Ріг, 2018. 128 с.

5.6. Перелік отриманих охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності України або інших країн (патенти, свідоцтва на право автора на твір) відповідно до таблиці 7:

Таблиця 7

№	Повні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
1	<u>Азарян А. А., Азарян В. А., Гриценко А. М.,</u> Дрига В. В., Мірошник Д. Ю., Цибулевський Ю. Є., <u>Черкасов О. В., Швидкий О. В.</u> Свердловинний пристрій для селективного гамма-гамма-каротажу : пат. 123234 Україна : МПК: G01V 5/12; заявл. 05.04.2017; опубл. 26.02.2018, Бюл. №4.
2	<u>Азарян А. А.,</u> Цибулевський Ю.Є. Пристрій автоматичного контролю вмісту корисного компоненту у порошкових пробах мінеральної сировини : пат. 134203 Україна : МПК: G01N 23/20, G01N 23/22, G01N 23/223; заявл. 23.11.2018; опубл. 10.05.2019, Бюл. №9.
3	<u>Азарян А. А., Трачук А. А.,</u> Цибулевський Ю. Є. Пристрій для магнітного каротажу геофізичних свердловин : пат. 132795 Україна : МПК: 01V 3/28, E21B 28/00; заявл. 04.10.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. №5.
4	<u>Моркун В. С., Моркун Н.В., Тронь В. В.,</u> Паранюк Д. І., <u>Гапоненко І. А.</u> Спосіб керування процесом буріння свердловин в гірському масиві із феромагнітних порід : пат. 132689 Україна : МПК E21B 44/00; заявл. 23.08.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. №5.
5	<u>Моркун В. С., Моркун Н.В., Тронь В. В.,</u> Паранюк Д. І., <u>Суворов О. І.</u> Спосіб визначення характеристик феромагнітних гірських порід в процесі буріння свердловин в гірському масиві : пат. 132692 Україна : МПК E21B 49/00, G01N 27/72; заявл. 23.08.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. №5.
6	<u>Моркун В. С., Моркун Н.В., Тронь В. В.,</u> Паранюк Д. І., <u>Гриценко С. М.</u> Спосіб керування

№	Повні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
	процесом буріння свердловин в гірському масиві із феромагнітних порід : пат. 132690 Україна : МПК E21B 44/00, E21B 47/0228, E21B 47/13; заявл. 23.08.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. №5.
7	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Паранюк Д. І., Сердюк О. Ю.</u> Спосіб автоматичного контролю характеристик феромагнітних гірських порід в процесі буріння свердловин в гірському масиві : пат. 132691 Україна : МПК E21B 44/00, E21B 47/13; заявл. 23.08.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. №5.
8	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Сердюк О. Ю.,</u> Пилипенко О. В. Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази рудної суспензії : пат. 137901 Україна : МПК: B03B 13/00; заявл. 22.04.2019; опубл. 11.11.2019, Бюл. №21.
9	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Сердюк О. Ю.</u> Спосіб автоматичного керування роботою дешламатора : пат. 132345 Україна : МПК B01D 21/00, B03B 13/00; заявл. 23.08.2018; опубл. 25.02.2019, Бюл. №4.
10	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Сердюк О. Ю., Тронь В. В.,</u> Сулима Т. С. Спосіб автоматичного керування роботою дешламатора : пат. 137455 Україна : МПК B01D 21/00, B03B 13/00; заявл. 27.03.2019; опубл. 25.10.2019, Бюл. №20.

5.7. Створено та передано для використання поза межами організації-виконавця методик, технологій, зразків, проектної і конструкторської документації; інформаційно-аналітичні матеріали, рекомендації, пропозиції до органів влади тощо, зокрема на основі укладеного договору на науково-технічну продукцію, що підтверджується довідкою від бухгалтерії закладу вищої освіти (наукової установи) із зазначенням обсягів фінансування виконаних робіт відповідно до таблиці 8:

Таблиця 8

№	Передані методики, рекомендації, пропозиції, інші документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	З них на основі укладеного договору на науково-технічну продукцію	Обсяг фінансування за договором, тис. гривень
1	Керівник НДР <u>Черкасов О.В.</u> Дослідження підвищення точності каротажу вибухових свердловин в умовах гірничо-збагачувальних комбінатів.	Договір № 26-30-19 від 02.01.2019 ТОВ «Рудпромгеофізика»	300 тис. грн
2	Керівник НДР <u>Черкасов О.В.</u> Розробка інклінометра для оперативного контролю zenітних кутів і магнітних азимутів рудних свердловин підземного видобутку.	Договір № 26-11-18 від 01.04.2018 ТОВ «Рудпромгеофізика»	120 тис. грн
3	Керівник НДР <u>Олійник Т.А.</u> Дослідження мінералогічного, хімічного складу залізних руд ПрАТ «ЗЗРК» та складання рекомендацій з вибору оптимальної схеми підвищення складу заліза в руді.	Договір № 18-20-18 від 03.08.2018 ПрАТ «ЗЗРК»	588 тис. грн
4	<u>Азарян А. А., Веснін А. В., Сахно С. І., Швець Д. В.</u> Методика оцінювання ефективності процедури оперативного контролю глибини і положення експлуатаційних свердловин в масиві гірських порід. Кривий Ріг: КНУ, 2018.	-	-

№	Передані методики, рекомендації, пропозиції, інші документи; підкреслити прізвища авторів, зазначених у списку виконавців	З них на основі укладеного договору на науково-технічну продукцію	Обсяг фінансування за договором, тис. гривень
5	<u>Азарян А. А., Трачук А. А., Швець Д. В., Швидкий О. В., Завсєгдашня О. О.</u> Методика оцінювання якості залізорудної сировини в масиві із застосуванням ядерно-фізичних та інших геофізичних методів. Кривий Ріг: КНУ, 2018.	-	-
6	<u>Азарян А. А., Трачук А. А., Веснін А. В., Швидкий О. В., Гриценко А. М.</u> Методика класифікації основних і додаткових факторів, що впливають на втрати руд і засмічення підірваної гірської маси. Кривий Ріг: КНУ, 2019.	-	-
7	<u>Азарян А. А., Трачук А. А., Веснін А. В., Сахно С. І.</u> Методика дослідження комбінованого зонда, що поєднує свердловинний глибиномір, електронний інклінометр та пристрій для гамма-каротажу. Кривий Ріг: КНУ, 2019.	-	-

5.8. Перелік захищених дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук та кандидата наук відповідно до таблиці 9:

Таблиця 9

№	Інформація про дисертацію
1	Равінська В. О. Обґрунтування технології дезінтеграції рудних флокулоутворень і агрегатів при магнітно-флотаційному збагаченні магнетитових кварцитів : дис. ... канд. техн. наук : 05.15.08. Кривий Ріг, 2019. 248 с.
2	Азарян В. А. Технологіко-теоретичні засади управління якістю залізозмісної сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.15.03. Кривий Ріг, 2019. 376 с.

5.9. Кількість грантів, за якими працювали виконавці дослідження або розробки, що фінансувались закордонними організаціями (з відповідним підтвердженням від закладу вищої освіти (наукової установи), посиланням на сайт грантового проекту або офіційним листом від грантодавця) відповідно до таблиці 10:

Таблиця 10

№	ПІБ виконавців	Назва дослідження за грантом	Фінансування, тис. гривень
1	Моркун Наталія Володимирівна, Троць Віталій Валерійович	Erasmus+ «Розвиток практично-орієнтованої студенто-центрованої освіти в галузі моделювання кіберфізичних систем» (CyberPhys). URL: https://erasmusplus.org.ua/en/projects/ka2/2586%2Ddevelopment%2Dof%2Dpractically%2Doriented%2Dstudent%2Dcentred%2Deducation%2Din%2Dthe%2Dfield%2Dof%2Dmodelling%2Dof%2Dcyber%2Dphysical%2Dsystem.s.html	€ 89,301 = ₴ 2 409,18 тис.
2	Моркун Наталія Володимирівна	«Модель персоналізованого навчання студентів на базі технології формулюючого оцінювання»,	€ 1,2 тис. = ₴ 33 тис.

№	ПІБ виконавців	Назва дослідження за грантом	Фінансування, тис. гривень
		Варшавський університет (м. Варшава), Ягелонський університет (м. Краків). Термін 04.11-2019-28-06.2020.	
3	Моркун Наталія Володимирівна	Optimization of iron ore beneficiation processes on the basis of regularities definition of high-energy ultrasound diffusion within inhomogeneous mediums (joint Ukrainian-Lithuanian R&D projects).	-

6. ВИКОНАВЦІ ДОСЛІДЖЕННЯ АБО РОЗРОБКИ (з оплатою в межах дослідження)

- доктори наук: 4, кандидати наук: 12;
 - молоді вчені: 8, з них кандидатів: 3, докторів: 0, докторантів: 0;
 аспірантів: 0
 - наукові працівники без ступеня: 9;
 - інженерно-технічні кадри: 1, допоміжний персонал: 2; студенти: 5.
 Р а з о м : 33.

Таблиця 11

Виконавці дослідження або розробки (з оплатою в межах дослідження або розробки)

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
1	Азарян Володимир Альбертоич	д-р техн. наук	доц.	Доцент кафедри відкритих гірничих робіт. Криворізький національний університет	54
2	Олійник Тетяна Анатоліївна	д-р техн. наук	проф.	Завідувач кафедри збагачення корисних копалин і хімії. Криворізький національний університет	55
3	Веснін Артем Вячеславович	канд. техн. наук	доц.	Доцент кафедри технології машинобудування. Криворізький національний університет	42
4	Сахно Сергій Іванович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри промислового, цивільного та міського будівництва. Криворізький національний університет	61
5	Трачук Анаїт Альбертівна	канд. техн. наук	доц.	Доцент кафедри моделювання та програмного забезпечення. Криворізький національний університет	48
6	Моркун Наталя Володимирівна	д-р техн. наук	проф.	зав. кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	40
7	Тронь Віталій Валерійович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	34
8	Пікільняк Андрій Валерійович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри технології машинобудування. Криворізький національний університет	30
9	Касаткіна Ірина Віталіївна	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті.	68

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
				Криворізький національний університет	
10	Савицький Олександр Іванович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	71
11	Дворніков Володимир Андрійович	канд. техн. наук	доц.	доцента кафедри прикладної механіки та загально інженерних дисциплін. Криворізький національний університет	82
12	Гапоненко Ірина Анатоліївна	канд. техн. наук	без звання	старший науковий співробітник науково- дослідної частини. Криворізький національний університет	29
13	Равінська Віта Олегівна	канд. техн. наук	без звання	Молодший науковий співробітник. Криворізький національний університет	47
14	Грищенко Світлана Миколаївна	канд. пед. наук	без звання	зав. аспірантурою та докторантурою. Криворізький національний університет	41
15	Барчак Ольга Миколаївна	без ступеня	без звання	начальник юридичного відділу. Криворізький національний університет	32
16	Суворов Олександр Іванович	без ступеня	без звання	старший викладач кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	41
17	Швець Дмитро Валерійович	без ступеня	без звання	старший викладач кафедри моделювання та програмного забезпечення. Криворізький національний університет	28
18	Швидкий Олександр Васильович	без ступеня	без звання	інженер I категорії . інженер ТОВ «Рудпромгеофізика	39
19	Завсегдашня Ольга Олексіївна	без ступеня	без звання	Асистент кафедри вищої математики. Криворізький національний університет	61
20	Грищенко Андрій Миколайович	без ступеня	без звання	молодший науковий співробітник. Криворізький національний університет	31
21	Паранюк Дмитро Ігорович	без ступеня	без звання	Молодший науковий співробітник. Криворізький національний університет	35
22	Сердюк Олександра Юріївна	без ступеня	без звання	асистент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	29
23	Черкасов Олексій Володимирович	без ступеня	без звання	науковий співробітник науково- дослідної частини. Криворізький національний університет	41

**Керівник дослідження або
розробки**

Азарян А.А.

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

МП

(ініціали, прізвище)

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

№	Повні дані про статті
1	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.

Додаток 2. Список потенційних замовників:

№	Реквізити замовників, з якими велися переговори	Документи, якими зафіксовано переговори
1	Приватне акціонерне товариство «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат», м. Горішні Плавні, Полтавська обл., Україна	Довідка про використання результатів дослідження від 20.05.2019р.
2	«Асоціація Укррудпром», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Довідка про використання результатів дослідження від 20.05.2019р.
3	Товариство з обмеженою відповідальністю «Рудпромгеофізика», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Договір № 26-30-19 від 02.01.2019

№	Реквізити замовників, з якими велися переговори	Документи, якими зафіксовано переговори
4	Товариство з обмеженою відповідальністю «Рудпромгеофізика», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Договір № 26-11-18 від 01.04. 2018
5	Товариство з обмеженою відповідальністю «Рудпромгеофізика», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Договір № 18-20-18 від 03.08.2018

Додаток 3. Список реальних замовників:

№	Реквізити замовників, з якими укладено договори щодо передачі результатів розробки або документи, що підтверджують їх використання замовником	Документи, якими зафіксовано використання результатів
1	Товариство з обмеженою відповідальністю «Рудпромгеофізика», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Договір № 26-30-19 від 02.01.2019
2	Товариство з обмеженою відповідальністю «Рудпромгеофізика», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Договір № 26-11-18 від 01.04. 2018
3	Товариство з обмеженою відповідальністю «Рудпромгеофізика», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Договір № 18-20-18 від 03.08.2018
4	Приватне акціонерне товариство «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат», м. Горішні Плавні, Полтавська обл., Україна	Довідка про використання результатів дослідження від 20.05.2019р.
5	«Асоціація Укррудпром», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Довідка про використання результатів дослідження від 20.05.2019р.

Додаток 4. Дані про магістрантів (студентів), аспірантів і докторантів, які працювали за темою з оплатою праці

№ з/п	ПІБ	Статус	Назва досліджень	Кількість місяців роботи з оплатою
1	Клочков Андрій Володимирович	студент	Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи для підвищення якісних показників залізної руди	1
2	Ковальов Олексій Іванович	студент	Розробка вимірювального каналу для оперативного контролю вмісту заліза магнітного у вибухових свердловинах	1
3	Муліка Михайло Юрійович	студент	Система управління якістю рудопотоків залізорудних гірничо-збагачувальних комбінатів	1
4	Огієнко Дмитро Володимирович	студент	Технологія підвищення якості товарної продукції за рахунок використання високоенергетичного ультразвуку	1

№ з/п	ПІБ	Статус	Назва досліджень	Кількість місяців роботи з оплатою
5	Толстіхін Михайло Андрійович	студент	Розробка комп'ютерно-інтегрованої системи для магнітного каротажу геофізичних свердловин	1

Додаток 5. Анотації українською мовою статей у журналах, що входять у наукометричні бази Scopus та/або Web of Science Core Collection (WoS) (або Index Copernicus для суспільних та гуманітарних наук) і представляють результати дослідження або розробки

№ статті у Таблиці 2	Анотації
1	<u>Azaryan, A., Gritsenko, A., Trachuk, A., Serebrennikov, V., Shvets, D.</u> Using the intensity of absorbed gamma radiation to control the content of iron in ore. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol 3, No 5 (99). pp. 29-35. Викладено результати математичного моделювання інтенсивності поглиненого гамма-випромінювання для визначення вмісту заліза в ЗРС. Показано, що для підвищення точності оперативного контролю вмісту заліза в ЗРС доцільно використовувати поглинене гамма-випромінювання. Такий підхід є удосконаленням ядерно-фізичного методу визначення вмісту заліза в ЗРС.
2	<u>Azaryan, A., Gritsenko, A., Trachuk, A., Shvets, D.</u> Development of the method to operatively control quality of iron ore raw materials at open and underground extraction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol 5, No 5 (95). pp. 13-19.3 метою підвищення точності визначення процентного вмісту корисного компонента в досліджуваній гірській масі, в роботі вдосконалено ядернофізичний метод визначення вмісту заліза загального в кусковий руді. Удосконалення методу дозволяє підвищити точність контролю вмісту корисного компонента в досліджуваному матеріалі на 1,5 % за рахунок реєстрації не тільки відбитих від поверхні гамма-квантів, а й поглинутих часток. Експериментально встановлено рівень чутливості ($K=1,32-1,38$), що характеризує зміну інтенсивності зареєстрованого випромінювання від зміни вмісту заліза в матеріалі, що опромінюється. Також встановлено рівень статистичної похибки (0,65 %) для забезпечення допустимої точності вимірювань.
3	<u>Morkun V., Morkun N., Tron V., Hryshchenko S.</u> Study of the Lamb waves propagation along a plate in contact with a randomly inhomogeneous heterogeneous medium // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(5-91). P. 18-27. Представлені результати дослідження впливу характеристик неоднорідного гетерогенного середовища на параметри процесу поширення хвиль Лемба по пластині, що контактує з цим середовищем. Розглянуто вплив параметрів досліджуваного середовища на величину загасання хвиль Лемба. Встановлено, що в'язкість рідини і швидкість потоку не впливають на процес поширення хвиль Лемба. Отримані результати можуть бути використані при розробці методів і засобів контролю параметрів газовмісних суспензій
4	<u>Morkun V., Morkun N., Tron V., Hryshchenko S.</u> Synthesis of robust controllers for the control systems of technological units as iron ore processing plants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(2-91). P. 37-47. Для керування процесами збагачувального виробництва в умовах зміни параметрів технологічних агрегатів, як об'єктів керування, досліджено можливість застосування робастних регуляторів. Встановлено, що за показниками номінальної і робастної якості керування доцільним є застосування робастного μ -регулятора, для зниження порядку якого виконано апроксимація з застосуванням Ганкелевої норми.
5	<u>Morkun V., Morkun N.</u> Estimation of the Crushed Ore Particles Density in the Pulp

№ статті у Таблиці 2	Анотації
	Flow Based on the Dynamic Effects of High-Energy Ultrasound. Archives of acoustics. 2018. Vol. 43. Iss. 1. P. 61-67. Розглянуто метод автоматичного вимірювання густини рудних частинок в потоці пульпи шляхом вимірювання величини ослаблення ультразвукових коливань високої частоти, які пройшли фіксовану відстань у досліджуваному середовищі під впливом високоенергетичних ультразвукових динамічних ефектів. Представлено результати розрахунку параметрів ультразвукового поля та просторове моделювання впливу енергетичного тиску ультразвукового випромінювання на потік пульпи, а також результати моделювання траєкторії переміщення частинок руди трьох фракцій в потоці пульпи під впливом високоенергетичного ультразвуку.
6	Kupin A., Kuznetsov D., Muzyka I., <u>Paraniuk D.</u>, <u>Serdiuk O.</u>, <u>Suvorov O.</u>, <u>Dvornikov V.</u> The concept of a modular cyberphysical system for the early diagnosis of energy equipment. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 4. No. 2 (94). P. 72-80. У якості обчислювального ядра Smart Box пристрою запропоновано використовувати структуру нейро-нечіткої мережі, яка складається з 5 шарів. Особливістю даної системи є можливість зміни кількості термів вхідних змінних з метою підвищення якості ідентифікації асинхронних двигунів. У якості інформативних ознак було обрано характерні частоти, які ідентифікують електродвигун у електромережі. Зокрема, у системах з малими генеруючими потужностями, з метою збільшення діагностованих асинхронних двигунів в межах кластеру, доцільно зменшити вхідну множину, наприклад, до 3-4 ХЧ. Отримані результати дослідження у вигляді моделі модульної кіберфізичної системи можливо використовувати при побудові апаратно-програмних модулів для діагностики технологічного та побутового електрообладнання. У свою чергу, дані модулі можуть об'єднуватися у загальну глобальну мережу IoT
7	Pysmennyi S., Brovko D., Shwager S., <u>Kasatkina I.</u>, <u>Paraniuk D.</u>, <u>Serdiuk O.</u> Development of complex-structure ore deposits by means of chamber systems under conditions of the Kryvyi Rih iron ore field. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 5. No. 1 (95). P. 33-45 При відпрацюванні виймального блоку запропоновано очисні роботи здійснювати послідовно від висячого до лежачого боку складноструктурного рудного покладу камерної системою розробки, з залишенням в блоці безрудного або рудного включення. Даний порядок очисних робіт дозволить зменшити концентрацію розтягуючих та стискаючих напружень в середній частині безрудного або рудного включення, що сприяє підвищенню його стійкості в 1,5-2,0 рази. Встановлено, що на стійкість очисної камери, окрім її розмірів та фізико-механічних властивостей руди, впливають горизонтальна потужність включення, коефіцієнт тривкості, час його існування та порядок очисних робіт у виймальному блоці. Тому при коефіцієнті тривкості порід безрудного включення меншим за 10-12 доцільно застосовувати підповерхово-камерний варіант системи в іншому випадку поверхово-камерний варіант системи розробки
8	<u>Azaryan A.A.</u>, <u>Batareyev A.S.</u>, <u>Karamanits F I.</u>, <u>Kolosov V.A.</u>, <u>Morkun V.S.</u> Ways to Reduce Ore losses and Dilution in Iron Ore Underground Mining in Kryvbass. Science and Innovation. 2018. Vol 14(4). P. 17-24. Для ефективного контролю якісних та кількісних параметрів руди на всіх стадіях видобутку, транспортування та переробки, автоматизоване робоче місце, що забезпечує збір та представлення даних на всіх етапах видобутку на центральному сервері, пропонується подавати безперервне моніторинг та аналіз характеристик якості руди. Впровадження комплексу технічних засобів та автоматизованої системи якості дозволяє постійно відстежувати якісні характеристики руди та зменшувати втрати руди на 3% та замічення на 2%.
9	Golik V.I., Komashchenko V.I., <u>Morkun V.S.</u>, <u>Morkun N.V.</u>, <u>Hryshchenko S.M.</u> Energy

№ статті у Таблиці 2	Анотації
	Saving in Mining Production. Science innovations. 2018. Vol. 14(3). P. 33-45. URL: https://doi.org/10.15407/scin14.03.033. У дослідженні представлені результати промислового експерименту, спрямовані на заміну сполучних компонентів бетонних сумішей активованим доменним шлаком. Визначено кількісні показники та закономірності споживання електричної енергії, необхідні для активації компонентів сумішей, що встановлюються. Встановлено загальні закономірності ефективності механічної активації та сформульовано концепцію та алгоритм ефективного споживання енергії при активізації відходів гірничого виробництва.
10	Golik V., <u>Morkun V.</u>, <u>Morkun N.</u>, <u>Gaponenko I.</u> Improvement of hole drilling technology for ore drawing intensification. Mining of Mineral Deposits. 2018. Vol. 12(3). P. 63-70. URL: https://doi.org/10.15407/mining12.03.063. Складено схему взаємодії сил при бурінні у зруйнованому масиві свердловин з обсадкою. Досліджено характер взаємозв'язку швидкості проходки вертикальних і горизонтальних свердловин зі зміною осевого зусилля та їх довжини при різних модифікаціях бурового снаряду. Наукова новизна. Отримано нові закономірності зміни швидкості проходки свердловин залежно від комплексу технологічних параметрів буріння. Запропоновано модель опису можливості буріння свердловин по зруйнованому масиву й оптимізована конструкція снаряду для її реалізації. Практична значимість. Отримані закономірності визначають механічні та енергетичні показники буріння, які необхідні на стадії проектування при вирішенні питання щодо доцільності вилучення
11	<u>Morkun V. S.</u>, <u>Morkun N. V.</u>, <u>Hryshchenko S. M.</u>, <u>Tron V. V.</u> Synthesis of the noise immune algorithm for adaptive control of ore concentration. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2018. Vol. 3. P. 183-190. DOI 10.15588/1607-3274-2018-3-20. Розроблено завадостійкий алгоритм адаптивного управління об'єктами зі змінними статичними та динамічними характеристиками на базі інформації про величину контролюваного параметру і швидкості його зміни в початковій стадії перехідних процесів в замкнутій САР. Виконано аналіз існуючих підходів і методів оптимізації управління процесом збагачення руди для обґрунтування актуальності, цілей і завдань досліджень. Методами аналітичного конструювання та комп'ютерного моделювання виконано синтез та аналіз алгоритму адаптації для локальних САР процесів збагачення руди.
12	<u>Morkun V.</u>, <u>Morkun N.</u>, <u>Tron V.</u>, <u>Hryshchenko S.</u>, <u>Serdiuk O.</u>, <u>Dotsenko I.</u> Basic regularities of assessing ore pulp parameters in gravity settling of solid phase particles based on ultrasonic measurements. Archives of Acoustics. 2019. Vol. 44(1). P. 161-167. DOI: 10.24425/aoa.2019.126362. У статті описано метод контролю відновленого класу на основі вимірювання інтенсивності об'ємних ультразвукових коливань та хвиль Лемба, що проходять фіксовану відстань через досліджуване середовище та у металевій пластині, що контактує з досліджуваним середовищем. Запропоновано метод визначення щільності частинок ґрунтової руди. Наведено залежності амплітуд вимірювальних каналів на основі об'ємних ультразвукових коливань та поверхневих хвиль Лемба, розподіл розмірів часток твердої фази пульпи для різних типів руд, що досліджуються.
13	<u>Morkun V.S.</u>, <u>Morkun N.V.</u>, <u>Tron V.V.</u>, <u>Hryshchenko S.M.</u>, <u>Brovko D.V.</u>, <u>Paranyuk D.I.</u>, <u>Serdyuk A.Y.</u> Evaluation of particle density of pulp solid phase using gamma-ray and Lamb waves measuring channels. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2019. Vol. 330(12). P. 19-33. DOI: 10.18799/24131830/2019/2/88. Встановлено закономірності поширення гамма-випромінювання в випадково неоднорідних гетерогенних середовищах, а також хвиль Лемба по поверхнях, що контактують з цими середовищами, в процесі їх природного і спеціально організованого переміщення, що дозволяють визначити щільність частинок твердої фази, яка при відомій їх крупності і концентрації в

№ статті у Таблиці 2	Анотації
	контрольованому обсязі характеризує ступінь розкриття корисного компонента (мінералу). Розроблено схему пристрою контролю щільності твердої фази суспензій на основі отриманих закономірностей. Похибка вимірювань щільності частинок твердої фази пульпи складає 1-3%.
14	<u>Morkun V.S., Morkun N.V., Tron V.V., Hryshchenko S.M., Suvorov O. I., Paraniuk D.I., Serdiuk O.J.</u> Reducing dimension of spatio-temporal models of nonlinear dynamic processes of iron ore raw materials enrichment. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. Vol. 330(12), с. 151-167. DOI: 10.18799/24131830/2019/12/2416. Запропоновано вдосконалений підхід до моделювання складної системи процесів в умовах лінії збагачення руди як просторово-часових структур з розподіленими параметрами з урахуванням показників окремих технологічних стадій по всьому спектру гранулометричний характеристики переробляється руди. Для зниження розмірності моделей, представлених у вигляді розподілених структур об'єктів управління, які перетворюють зміст і вихід корисного компонента по всьому спектру гранулометричний характеристики руди, доцільно використовувати метод дифузних карт, при цьому помилка Семмона склала 2,6%.
15	<u>Kotov I., Suvorov O., Serdiuk O.</u> Development of methods for structural and logical model unification of metaknowledge for ontologies evolution managing of intelligent systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol 2, No 4(98). P. 38-47. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.155410. Розроблено узагальнену модель сигнального графа рівнів структури БЗ. Модель включає в себе атомарний концепт, сигнал, потенціал вузла, активність вузла, поріг чутливості вузла до вхідного сигналу. Розроблено набір формальних моделей множини базових операцій на сигнальному графі БЗ, необхідних для інтерпретації та обчислення форм знань. Розроблено синтаксис метаправил і формально-лінгвістичний базис. Введено формалізми параметра маркування та функції маркування сигнального графа БЗ. Моделі маркування введені в загальну модель сигнального графа БЗ. Досліджено можливості застосування розроблених моделей сигнального графа бази знань в різних професійних галузях. Показано, що запропоновані моделі метазнань не залежать від форм подання і формалізмів професійних онтологій. Це дозволяє використовувати єдиний механізм управління знаннями в будь-яких інтелектуальних системах підтримки рішень. Запропоновано спосіб ефективного динамічного управління структурою всіх рівнів БЗ і процесом логічного висновку в залежності від вхідних параметрів функціонування інтелектуальної системи
16	<u>Golik V., Mitsik M., Morkun V., Morkun N., Tron V.</u> Transportation of concentration and leaching tailings in underground mining of metal deposits. Mining of Mineral Deposits. 2019. 13(2). P. 111-120. URL: http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/154108 . Деталізовано розрахунок параметрів транспортування хвостів збагачення і вилуговування у примусовому режимі роботи вібропроводу в умовах довжини доставки, що перевищує можливості самопливу. Дано розрахункові схеми визначення втрат напору та критичної швидкості потоку гідросуміші альтернативними методами з ранжируванням за ступенем надійності. Наукова новизна. Сформульована основа нового методу управління показниками приготування та транспортування сумішей при комбінованій розробці родовищ шляхом зміни напору і швидкості подачі сумішей. Результати вирішення проблеми транспортування гідросумішей у режимі примусу шляхом спільного використання накопиченого виробничого досвіду та моделювання процесів доставки для умов комбінованої розробки родовищ дозволяють одержати комплексний еколого-економічний ефект.
17	<u>Morkun V., Kotov I.</u> Intellectualization of Emergency Control of Power Systems on the Basis of Incorporated Ontologies of Knowledge-Bases. Acta Mechanica et Automatica.

№ статті у Таблиці 2	Анотації
	2019. Volume 13, Issue 2, P. 86-94. DOI: 10.2478/ama-2019-0012. Дослідження стосується вдосконалення методів та систем управління інтегрованими енергосистемами (IPS) на основі інтелектуалізації підтримки прийняття рішень. Проводиться комплексний аналіз масштабних аварій на енергооб'єктах, визначаються їх причини та пошкодження. Існує обґрунтована актуальність баз знань про стан будівництва як основи для розвитку систем підтримки прийняття рішень в енергетиці. Основними пріоритетами дослідження є розробка методів побудови бази знань на основі моделей інтенсивності керуючих дій, що впливають на параметри умов енергосистеми та впровадження інтелектуальної системи в інформаційні контури автоматизованої системи управління диспетчеризацією (ADCS), а також оцінка практичних результатів дослідження. Основні результати досліджень включають регресійні моделі чутливості системи харчування до керуючих дій, методи побудови бази знань на основі моделей матриць чутливості, структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, схему впровадження системи підтримки прийняття рішень у операційне середовище ADCS. Проблема побудови бази знань системи диспетчерської підтримки прийняття рішень на основі емпіричних даних, яка була результатом обчислення експериментів на системній діаграмі, вирішена. Дослідження конкретизує практичну ефективність запропонованих підходів та розроблених моделей.
18	Golik V., <u>Morkun V.</u>, <u>Morkun N.</u>, <u>Tron V.</u> Investigation of mechanochemical leaching of non-ferrous metals. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 113-123. DOI: 10.2478/ama-2019-0016. Дослідження стосується видобутку металу з руд поза сортом та концентрації хвостів. Наведені результати моделювання параметрів вилуговування реагентів металів у дезінтеграторі відповідно до коефіцієнта відновлення металу. Дослідження обґрунтовує метод безвідходної переробки хімічно відновлених руд. Відновлення металів у розчин є однаковою як при багаторазовому вилуговуванні хвостів або руди в дезінтеграторі, так і при перемішуванні вилуговування хвостів або руди, раніше активованих в дезінтеграторі вилуговувальними розчинами. Час вилуговування більше на два порядки, ніж час обробки дезінтегратора. На відновлення металів у розчині найбільше впливає вміст хлориду натрію в розчині.
19	<u>Morkun V.S.</u>, <u>Morkun N.V.</u>, <u>Tron V.V.</u>, Dotsenko I.A. Adaptive control system for the magnetic separation process. Sustainable Development of Mountain Territories. 2018. Vol. 10(4). P. 545-557. URL: http://naukagor.ru/en%2Dgb/Articles/ArtMID/2518/ArticleID/2908/ Розроблена адаптивна система управління магнітним розділенням залізних руд дозволяє скоротити період пошуку об'єктивної функції контролю, підтримуючи оптимальне співвідношення виходу концентрату та класу, що міститься в умовах зміни якості вихідних руд та стану обладнання. Визначено умови та найкращі параметри пошуку екстремуму в системі адаптивного контролю за магнітним розділенням залізної руди при порушеннях і шумах у керованих сигналах. Їх можна досягти, коли відхилення статичних та динамічних характеристик від номінальних не перевищують $\pm 25\%$.

Додаток 6. Анотації українською мовою до монографій, які представляють результати дослідження або розробки, і наведені у Таблиці 5

№ моногр. у Таблиці 5	Анотації
1	<u>Моркун В.С.</u>, <u>Моркун Н.В.</u> Адаптивна система управління процесом магнітної сепарації залізної руди на базі засобів ультразвукового контролю. Кривий Ріг: КНУ, 2019. 159 с. Монографія присвячена питанням підвищення ефективності автоматичного управління процесами магнітного збагачення залізної руди,

№ моногр. у Таблиці 5	Анотації
	шляхом розробки теоретичної бази та адаптивної системи управління процесом магнітної сепарації, яка мінімізує час пошуку екстремуму характеристик динамічних об'єктів в умовах дії збурень і перешкод у контрольованих сигналах. Книга призначена для науковців, викладачів і студентів вищих навч. закладів та всіх, хто цікавиться питаннями застосування засобів автоматизації в процесах збагачення корисних копалин.
2	<u>Morkun V., Morkun N., Pikilnyak A.</u> The propagation of ultrasonic waves in gas-containing suspensions. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2019. 142 p. У цій книзі представлені результати досліджень у галузі автоматизованих систем моніторингу та контролю технологічних процесів гірничого виробництва. У ньому запропоновано перший математичний опис процесів поширення хвиль Лемба на поверхнях, що контактують з випадковим гетерогенним середовищем (суспензії, що містять газ). Це також перша книга, що досліджує аналітичні залежності значень загасання Лемба та об'ємних ультразвукових хвиль від кількості, розмірів, густини та інших характеристик різнорідних середовищ під час їх природних та спеціально організованих рухів.
3	<u>Morkun V., Semerikov S., Hryshchenko S.</u> Methods of Using Geoinformation Technologies in Mining Engineers' Training. Cambridge Scholars Publishing, 2018. 227 p. Гірничі інженери або інженери гірничих робіт сьогодні займаються видобутком залізних, кольорових, рідкісних металів, марганцевих і уранових руд, вугілля та інших неметалічних корисних копалин. У сучасних умовах сталий розвиток гірничих підприємств став пріоритетним і вимагає проведення гірничих робіт згідно з прийнятими граничними значеннями викидів та положеннями радіаційної та екологічної безпеки, серед інших керівних принципів. Ця книга висвітлює проблему забезпечення екологічної компетентності майбутніх гірничих інженерів.

Додаток 7. Анотації захищених виконавцями дослідження або розробки дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук та кандидата наук, що наведені у Таблиці 9

№	Назви дисертацій та їх анотації
1	Равінська В. О. Обґрунтування технології дезінтеграції рудних флокулоутворень і агрегатів при магнітно-флотаційному збагаченні магнетитових кварцитів : дис. ... канд. техн. наук : 05.15.08. Кривий Ріг, 2019. 248 с. Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню закономірностей дезінтеграції рудних флокулоутворень і агрегатів при магнітно-флотаційному збагаченні магнетитових кварцитів за рахунок використання комбінації високоенергетичного ультразвуку в кавітаційному режимі та імпульсного магнітного поля спадної напруженості. Підвищення контрастності технологічних властивостей рудних і нерудних мінералів тонковкраплених і дуже тонковкраплених магнетитових кварцитів Кременчуцького залізорудного району та підвищення якості магнетитових концентратів обґрунтовуються формуванням чистої поверхні мінеральних частинок при дезінтеграції рудних флокул і мікронних техногенних зростків, що утворилися внаслідок адгезійних взаємодій у силових гідродинамічних, фізичних і магнітних полях як результат взаємного неселективного покриття зерен магнетиту, кварцу й силікатів тонкодисперсними частинками мінералів руди розміром 0,001–0,005 мм. Удосконалено технологію флотаційного доведення магнетитового концентрату ПрАТ «Полтавський ГЗК». За удосконаленою технологією флотаційного доведення магнетитових концентратів збільшено вихід товарного концентрату на 2,37–4,0 % та вилучення заліза загального в концентрат 3,25–3,45 % за рахунок очищення поверхні рудних і нерудних частинок від налипань перед флотацією
2	Азарян В. А. Технологіко-теоретичні засади управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів : дис. ... д-ра

№	Назви дисертацій та їх анотації
	техн. наук : 05.15.03. Кривий Ріг, 2019. 376 с. Дисертацію присвячено вирішенню актуальної науково-практичної проблеми забезпечення обумовленого рівня якості та стабілізації амплітудних коливань вмісту корисного компонента рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів шляхом генералізації управління якістю залізозмісної сировини фінальних рудопотоків ГЗК, яка виглядає як об'єднання всіх засобів контролю, сортування і мікширування руд в єдиний, технологічно домінуючий в масштабі всього комбінату комп'ютеризований комплекс, підпорядкований загальній цільовій алгоритмізації. В роботі проведено аналіз існуючих методів формування рудопотоків ГЗК та на його основі зроблено висновок, що відсутність достовірних відомостей про в.к.к. в забоях і в потоці значно знижує ефективність роботи систем гірничо-транспортної диспетчеризації, а відсутність каналів надійного зв'язку для оперативної передачі даних на центральний сервер мінімізує технологічну цінність відомостей про вміст в руді корисного компонента. Досліджено фактори та встановлено залежності точності контролю та ефективності управління якістю від властивостей гірничої маси та технологічних факторів в умовах відкритих розробок. Отримано залежності прогнозного прибутку гірничо-збагачувальних комбінатів від коливань якості фінальних рудопотоків. На основі теорії управління розроблено математичну модель формування рудопотоку залізорудного кар'єру з гарантованим діапазонним значенням вмісту корисного компоненту. Досліджено та обґрунтовано залежність впливу періоду опробування забоїв кар'єра на прибуток ГЗК. Теоретично обґрунтовано застосування мобільного дробильно-сортувального радіометричного комплексу як частини технології управління якістю рудопотоків та доведено, що його використання дозволяє отримати технологічний, економічний, енергозберігаючий та екологічний ефект за рахунок підвищення вмісту корисного компонента та стабілізації коливань якості фінального рудопотоку.

Додаток 8. Короткий зміст (анотації) досліджень за грантами, що наведені у Таблиці 10

№	Назви досліджень за грантом та їх анотації
1	Erasmus+ «Розвиток практично-орієнтованої студенто-центрованої освіти в галузі моделювання кіберфізичних систем» (CybPhys). URL: https://erasmusplus.org.ua/en/projects/ka2/2586%2Ddevelopment%2Dof%2Dpractically%2Doriented%2Dstudent%2Dcentred%2Deducation%2Din%2Dthe%2Dfield%2Dof%2Dmodelling%2Dof%2Dcyber%2Dphysical%2Dsystems.html TEMPUS 543966: «Вища інженерна освіта для екологічно сталого промислового розвитку». Головною метою проекту є підвищення відповідності вищої технічної освіти в Україні до викликів, пов'язаних з сучасним та майбутнім трансформуванням промисловості задля забезпечення сталого розвитку та стабілізації клімату. Цілі проекту полягають у наступному: розробити навчальний курс «Екологічно стійкий промисловий розвиток» для магістрів, аспірантів та слухачів системи післядипломної освіти, який охоплює такі галузі промисловості, як гірнича справа, металургія, енергетика, машинобудування і мехатроніка; розробити програму підготовки інженерів, зосереджену на міждисциплінарних екологічних аспектах; створити міжфакультетські центри сталого розвитку в українських університетах; створити платформу для взаємодії освіти, науки, промисловості та органів влади відповідно до потреб стійкого суспільства.
2	«Модель персоналізованого навчання студентів на базі технології формування оцінювання», Варшавський університет (м. Варшава), Ягелонський університет (м. Краків). Термін 04.11-2019-28-06.2020. Підготовчий грант CE-SPIRE-03-2018 по проекту за програмою Horizon 2020 Energy and resource flexibility in highly energy intensive industries. Енергоємні галузі промисловості повинні адаптувати свої виробничі процеси і поодинокі операції до все більш стійкого, але сильно коливаючогося енергопостачання. З цією метою гнучкість енергії і ресурсів в європейській технологічній промисловості може бути поліпшена за рахунок розробки нових процесів з використанням більш ефективних потоків енергії, рекуперації тепла і потоків сировини зі змінними властивостями (включаючи нові або модифіковані матеріали,

№	Назви досліджень за грантом та їх анотації
	а також вторинну сировину та побічні продукти).Завдання полягає у встановленні синергетичної інтеграції на регіональному рівні між різними секторами виробництва, що призводить до оптимізації всієї системи виробництва і логістики, особливо з точки зору поставок енергії та сировини. Це повинно скоротити викиди і вплив на навколишнє середовище, зберігаючи при цьому конкурентоспроможність і безпеку роботи.
3	Optimization of iron ore beneficiation processes on the basis of regularities definition of high-energy ultrasound diffusion within inhomogeneous mediums (joint Ukrainian-Lithuanian R&D projects). Erasmus+ «Розвиток практично-орієнтованої студенто-центрованої освіти в галузі моделювання кіберфізичних систем» (CybPhys).CybPhys запровадить міждисциплінарну освітню програму з практико орієнтованого моделювання та моделювання КФС у фізичних, математичних та інженерних напрямках для високотехнологічних галузей на основі аналізу потреб ринку праці та у тісній співпраці з громадськими організаціями, високотехнологічними компаніями та науково-дослідними установами. Метою проекту є розроблення сучасних освітніх програм бакалаврів / магістрів для університетів Білорусі та України в галузі інноваційного моделювання та моделювання кібер-фізичних систем (КФС) для високотехнологічної галузі та науково-дослідних установ.

**Керівник дослідження або
розробки**

МП

Азарян А.А.
(ініціали, прізвище)