

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

за завершеним прикладним дослідженням або завершеною прикладною розробкою, виконання яких здійснювалось у 2015–2016 роках

Назва Розроблення методу визначення мінералого-технологічних різновидів залізної руди з використанням НВЧ-випромінювання, гамма-випромінювання, та високоенергетичного ультразвуку

Керівник роботи Азарян Альберт Арамаїсович

Номер державної реєстрації: 0115U003052

Номер облікової картки заключного звіту: 0217U003118

Повна назва організації-виконавця: ДВНЗ «Криворізький національний університет»

Назва пріоритетного тематичного напрямку організації-виконавця Раціональне природокористування. Контроль та управління якістю продукції гірничих підприємств, механізація і автоматизація технологічних процесів.

Строки виконання: початок - **2015**, закінчення - **2016**

Обсяг коштів, виділених на виконання НДР за весь період (згідно із запитом / фактичний) 560,0/296,207 тис. грн.; 2015 р. – 280,0/147,815; 2016 р. – 280,0/148,392 тис. гривень

1. КОРОТКИЙ ЗМІСТ ЗАПИТУ (до 30 рядків тексту):

1.1. Проблема, на вирішення якої було спрямовано прикладне дослідження або прикладну розробку.

Проблема, на вирішення якої було спрямовано прикладне дослідження полягає у встановленні залежностей і розробленні методу визначення мінералого-технологічних різновидів залізної руди з використанням надвисокочастотного електромагнітного випромінювання, гамма-випромінювання, та високоенергетичного ультразвуку для оперативного контролю характеристик залізорудної сировини у технологічних потоках і автоматизованого керування її збагаченням з підтриманням оптимального масового співвідношення технологічних різновидів на всіх стадіях технологічного процесу.

1.2. Об'єкт і предмет дослідження або розробки.

Об'єкт дослідження – процеси керування збагаченням залізорудної сировини, представленої декількома технологічними різновидами в умовах гірничо-збагачувального комбінату.

Предмет дослідження – математичні моделі, критерії та методи керування збагаченням залізорудної сировини і підтримання її оптимальних характеристик на основі ієрархічної структури та оперативного контролю технологічних різновидів з використанням керованого надвисокочастотного електромагнітного випромінювання, гамма-випромінювання та високоенергетичного ультразвуку.

1.3. Мета і основні завдання дослідження або розробки.

Метою проекту є підвищення енергоефективності та вмісту заліза у концентраті при збагаченні руд, представлених технологічними різновидами, шляхом розроблення принципів і підходів до оперативного контролю характеристик залізорудної сировини у технологічних потоках і автоматизованого керування її збагаченням з підтриманням оптимального масового співвідношення технологічних різновидів на всіх стадіях технологічного процесу.

Завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети:

- обґрунтування принципів і формалізація енергоефективного автоматизованого керування процесом збагачення руди забезпеченням оптимального, з точки зору розкриття корисного компонента, гранулометричного складу перероблюваної сировини;

- розроблення методу розпізнавання технологічних різновидів руди, що знаходиться на рухомій конвеєрній стрічці, шляхом покращення якості і наступного аналізу термографічних зображень ділянки опроміненого керованим надвисокочастотним електромагнітним випромінюванням рудного потоку;

- розробка методу формування оцінки подрібнюваності руди різних мінералого-технологічних різновидів, їх ідентифікації з використанням отриманих оцінок і оптимізації процесу збагачення на основі даних про продуктивність замкнутого циклу подрібнення й густини суспензії на зливні класифікатора замкнутого циклу подрібнення;

– розробка методу нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди на основі оцінок їх густини і гранулометричного складу;

– розроблення і дослідження математичної моделі та критеріїв ефективності процесу збагачення руди, що включає її завантаження до приймальних бункерів рудозбагачувальної фабрики та перероблення технологічними лініями і створення запасів концентрату;

– розробка гібридної нечіткої моделі процесів збагачення руди, аналітична частина, якої описує рудопотоки та основні закономірності зміни гранулометричного складу матеріалу, що переробляється, в технологічних агрегатах, а для опису функцій, які важко формалізуються, використовуються нечіткі правила;

– розробка та дослідження алгоритму формування оптимальних робочих режимів і в адаптивній системі керування процесом збагачення руди.

– експериментальне дослідження розробленої технології з використанням реальних даних.

1.4. У випадку, якщо відбувалися коригування мети, предмету дослідження або розробки, основних завдань, відхилення від запланованого календарного плану роботи – описати це у звіті.

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 її новизна.

Уперше для підвищення ефективності розділення частинок при класифікації рудної суспензії в циклах підготовки корисних копалин до збагачення запропоновано удосконалений ітераційний метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди, заснований на аналізі її властивостей у векторному просторі ознак, який дозволяє шляхом мінімізації суми зважених відстаней між аналізованих і зразковими значеннями оцінок густини і подрібнюваності віднести її з певним ступенем належності до основних мінералого-технологічних типів руд експлуатованого родовища і з довірчою імовірністю 0,98 розпізнавати у магнетитових кварцитах: магнетитові роговики, силікат-карбонатно-магнетитові роговики, краснополосчаті магнетитові і гематит-магнетитові роговики, напівокислені і окислені роговики, силікатні сланці, безрудні роговики і кварци, магнетит-силікатно-карбонатні роговики, гематит-магнетитові роговики.

2.2. Розкрити основні ідеї дослідження або розробки, як вони втілювались.

Основні ідеї дослідження і їх втілення полягають у наступному:

– ідея методу оцінки подрібнюваності мінералого-технологічних різновидів полягає у використанні нечіткого логічного висновку Сугено і субтрактивної кластеризації даних про продуктивність замкнутого циклу подрібнення, щільність пульпи та її твердої фази в зливні класифікатора;

– ідея застосування субтрактивної кластеризації ознак руди полягає у корекції вектору, що визначає розміри області правил по кожній координаті, на основі оцінки величини дисперсії амплітуди високочастотних ультразвукових коливань, що пройшли фіксовану відстань в аналізованій пульпі;

– ідея методу формування сукупності інформативних ознак для розпізнавання мінералого-технологічних різновидів збагачуваної полягає у оцінюванні зміни функції розподілу часток подрібненої руди по крупності в потоці пульпи у певній точці технологічного процесу під впливом радіаційного тиску високоенергетичного ультразвуку відомої інтенсивності.

– ідея методу оперативного розпізнавання технологічних різновидів руди в потоці на конвеєрі полягає у фіксації та наступній обробці термографічного зображення його ділянки, опроміненої надвисокочастотним електромагнітним випромінюванням в умовах дії перешкод, викликаних зміною параметрів рудного матеріалу і навколишнього середовища.

2.3. Навести основні гіпотези дослідження або розробки, як вони підтверджувались або спростовувались, визначали формування науково-прикладних результатів.

При виконанні НДР з описаних у запиті ідей та гіпотез реалізовано такі. Підтверджено справедливості робочої гіпотези щодо формування технології неруйнівного автоматизованого збору інформації про характеристики залізорудної сировини у технологічних потоках дробильної і рудозбагачувальної фабрик на основних стадіях технологічного процесу і здійснення на її основі оперативного розпізнавання мінералого-технологічних різновидів перероблюваної сировини, що

дозволяє оптимізувати робочі режими технологічного збагачувального обладнання у відповідності до характеристик перероблюваної залізорудної сировини.

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

Удосконалено ітераційний метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди, заснований на аналізі її густини і подрібнюваності, що дозволяє віднести її з певним ступенем належності до основних мінералого-технологічних типів руд експлуатованого родовища.

Запропоновано метод оцінки подрібнюваності мінералого-технологічних різновидів, що відрізняється від раніше запропонованих використанням нечіткого логічного висновку Сугено і субтрактивної кластеризації даних про продуктивність замкнутого циклу подрібнення, щільності пульпи і її твердої фази в зливні класифікатора.

Удосконалено метод оперативного розпізнавання технологічних різновидів руди в потоці по термографічним зображенням його ділянки, опроміненого надвисокочастотним електромагнітним випромінюванням в умовах дії перешкод, викликаних зміною температури, вологості, хіміко-мінералогічного складу рудного матеріалу і рухом його частинок відносно конвеєрної стрічки і тепловізійного фіксуючого пристрою, а також зміною параметрів навколишнього середовища.

2.5. Описати особливості структури та складових виконання дослідження або розробки.

Особливості структури та складових виконання дослідження полягають у комплексному застосуванні у певних точках технологічної лінії таких структурних елементів:

- ітераційного методу нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди, заснованого на аналізі її густини і подрібнюваності віднести її з певним ступенем належності до основних мінералого-технологічних типів руд експлуатованого родовища;

- методу оцінки подрібнюваності руди на основі даних про продуктивність замкнутого циклу подрібнення, густини пульпи та її твердої фази в зливні класифікатора;

- методу оперативного розпізнавання технологічних різновидів руди в потоці по термографічним зображенням його ділянки, опроміненої надвисокочастотним електромагнітним випромінюванням

- ієрархічного критерію оптимізації процесу завантаження приймальних бункерів технологічних ліній збагачення як множини нерівнозначних складових, доповненої показниками розкриття корисного компонента і масового співвідношення технологічних різновидів руди у бункерах.

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 технічним завданням	Заплановані результати	Отримані результати
1. з 01.2015 по 12.2015	Моделювання сепараційних процесів збагачення корисних копалин на основі динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку. Дослідження і синтез оптимізаційної моделі розпізнавання мінералого-технологічних різновидів руд для підвищення ефективності сепараційних процесів при підготовці руди до збагачення на основі динамічних ефектів	Метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди на основі оцінок густини і подрібнюваності; метод формування оцінки подрібнюваності руди різних мінералого-технологічних різновидів, ідентифікації їх з використанням отриманих оцінок і оптимізації технологічного регламенту процесу	Розроблено метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди на основі оцінок густини і подрібнюваності; метод формування оцінки подрібнюваності руди різних мінералого-технологічних різновидів, ідентифікації їх з використанням отриманих оцінок і оптимізації

	високоенергетичного ультразвуку в рудній суспензії.	збагачення; метод формування простору інформативних ознак для розпізнавання мінералого-технологічних різновидів збагачуваної руди на основі оцінки параметрів функції розподілу часток подрібненої руди за крупністю у потоці пульпи; Метод визначення оптимальної сепараційної характеристики спірального класифікатора, що працює в замкнутому циклі з кульової млином першій стадії подрібнення. Звітна документація: опис прикладної технології розділення мінералого-технологічних різновидів руди, яка підвищує селективність процесу збагачення за рахунок приведення у відповідність режимних параметрів обладнання та фізико-механічних властивостей подрібненої сировини.	технологічного регламенту процесу збагачення; метод формування простору інформативних ознак для розпізнавання мінералого-технологічних різновидів збагачуваної руди на основі оцінки параметрів функції розподілу часток подрібненої руди за крупністю у потоці пульпи; Розроблено метод визначення оптимальної сепараційної характеристики спірального класифікатора, що працює в замкнутому циклі з кульової млином першій стадії подрібнення. Звітна документація: Розроблено опис прикладної технології розділення мінералого-технологічних різновидів руди, яка підвищує селективність процесу збагачення за рахунок приведення у відповідність режимних параметрів обладнання та фізико-механічних властивостей подрібненої сировини.
2. з 01.2016 по 12.2016	Моделюванні і оптимізація процесів керування збагачення залізорудної сировини, представленої технологічними різновидами. на основі їх оперативного розпізнавання у технологічних потоках окремих стадій рудозбагачувальної фабрики.	Метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди на основі оцінок їх густини і гранулометричного складу; математична модель і критерії ефективності процесу збагачення руди, що включає її завантаження до приймальних бункерів рудозбагачувальної фабрики та перероблення	Розроблено метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди на основі оцінок їх густини і гранулометричного складу; математична модель і критерії ефективності процесу збагачення руди, що включає її завантаження до приймальних бункерів

		технологічними лініями і створення запасів концентрату; гібридна нечітка модель процесів збагачення руди Звітна документація: опис результатів експериментальних досліджень розробленої технології з використанням реальних даних.	рудозбагачувальної фабрики та перероблення технологічними лініями і створення запасів концентрату; гібридна нечітка модель процесів збагачення руди Звітна документація: опис результатів експериментальних досліджень розробленої технології з використанням реальних даних
--	--	---	---

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 проекту.

Для підвищення ефективності поділу частинок при класифікації рудної суспензії у циклах підготовки корисних копалин до збагачення запропоновано удосконалений ітераційний метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди, заснований на аналізі її властивостей в векторному просторі ознак, який дозволяє шляхом мінімізації суми зважених відстаней між аналізованих і еталонними значеннями оцінок густини і подрібнювальності віднести її з певним ступенем належності до основних мінералого-технологічних різновидів руд експлуатованого родовища і з довірчою ймовірністю 0,98 розпізнавати в магнетитових кварцитах: магнетитові роговики, силікат-карбонат-магнетитові роговики, краснопалосчаті магнетитові і гематит-магнетитові роговики, напівокислені і окислені роговики, силікатні сланці, нерудні роговики і кварци, магнетит-сілікат-карбонатні роговики, гематит-магнетитові роговики.

Запропоновано метод оцінки подрібнювальності мінералого-технологічних різновидів, що відрізняється від раніше запропонованих використанням нечіткого логічного висновку Сугено і субтрактивної кластеризації даних про продуктивність замкнутого циклу подрібнення, густини пульпи та її твердої фази в зливні класифікатора замкнутого циклу подрібнення, який дозволяє з похибкою прогнозування вмісту контрольного класу крупності -0,074 мм в зливні класифікатора що не перевищує 1% ідентифікувати мінералого-технологічні різновиди руд і, як наслідок, оптимізувати технологію збагачення руди.

Запропоновано у процесі субтрактивної кластеризації ознак руди, що надходить на класифікацію, корекцію вектора, який визначає розміри області правил по кожній координаті, здійснювати на основі оцінки величини дисперсії амплітуди височастотних ультразвукових коливань, що пройшли фіксовану відстань в розглянутій пульпі, що забезпечує формування максимально компактною бази знань в умовах змінення параметрів функції розподілу часток подрібненої руди по крупності без погіршення якості класифікації.

Встановлено, що сукупність інформативних ознак для розпізнавання мінералого-технологічного різновиду збагачуваної руди і визначення оптимальної сепараційної характеристики розділових апаратів доцільно формувати шляхом оцінки зміни функції розподілу часток подрібненої руди по крупності у потоці пульпи у певній точці технологічного процесу під впливом радіаційного тиску високоенергетичного ультразвуку відомої інтенсивності, що дозволяє підвищити якість концентрату у середньому на 1,1-3,6%.

Запропоновано ряд інформаційних технологій багатофакторної покускової сепарації мінеральної сировини, заснованих на залежності термодинамічної НВЧ-фактора речовини, які включають вибіркового нагрів речовини в електромагнітному полі надвисокої частоти з подальшим контролем інфрачервоного випромінювання і фіксацією теплової картини, за якою визначається відносний вміст домінуючої компоненти, що забезпечило більш надійне і достовірне визначення

комплексної ознаки поділу і підвищення відносного вмісту корисного компонента з 5,091% у вихідному продукті до 33,86% у концентраті.

Розроблено математичну модель замкнутого циклу подрібнення руди, що включає млин, зумпф і гідроциклон, шляхом подання її у вигляді гібридної нечіткої структури, аналітична частина, якої описує рудопотоки і основні закономірності змін гранулометричного складу матеріалу, що переробляється в технологічних агрегатах, а для формалізації функцій подрібнення кульового млина та класифікації гідроциклону використовується нечіткі правила Такагі-Сугено, що дозволило підвищити точність і надійність одержуваної інформації в умовах змінення характеристик вихідної руди і стану технологічного обладнання (середньоквадратична помилка моделювання масового балансу і динаміки гранулометричного складу руди становить 0,92%), а також якість керування технологічним процесом і його енергоефективність.

Запропоновано ієрархічний критерій оптимізації процесу завантаження приймальних бункерів технологічних ліній збагачення як множину нерівнозначних складових, доповненню показниками розкриття корисного компонента і масового співвідношення технологічних різновидів руди в бункерах з розрахунком коефіцієнтів відносної важливості частинних критеріїв за допомогою адаптивної процедури на основі інверсної моделі, вхідними даними якої є значення частинних критеріїв ефективності на кожному інтервалі керування, що дозволило зменшити витрату електроенергії у процесі подрібнення на 0,45%.

Встановлено, що при формуванні керування потоками руди у процесі збагачення розпізнавання її технологічних різновидів доцільно здійснювати на основі порівняння відновленої функції розподілу за розміром візуальних елементів термографічних зображень ділянки потоку на конвеєрі, опроміненої керованим надвисокочастотним електромагнітним випромінюванням, з елементами множини еталонних функцій.

Запропоновано метод оперативного розпізнавання технологічних різновидів руди у потоці по термографічним зображенням його ділянки, опроміненої надвисокочастотним електромагнітним випромінюванням в умовах дії перешкод, викликаних зміною температури, вологості, хіміко-мінералогічного складу рудного матеріалу і рухом його частинок щодо конвеєрної стрічки і тепловізійного фіксуючого пристрою, а також зміною параметрів навколишнього середовища, компенсація яких здійснюється з використанням методу адаптивної медіанної фільтрації та регуляризації Тихонова, що дозволило знизити максимальну похибку відновлення функції розподілу візуальних елементів на термографічного зображення в середньоквадратичному відхиленні до 0,95%.

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.

У процесі дослідження і розроблення методів визначення мінералого-технологічних різновидів залізної руди з використанням НВЧ-випромінювання, гамма-випромінювання, і високоенергетичного ультразвуку в умовах неповної інформації про стан об'єкта досліджень були використані методи системного аналізу (декомпозиція, класифікація, ієрархічне впорядкування, абстрагування, формалізація, композиція, моделювання), методи оптимізації, методологія структурного аналізу і проектування SADT (Structured Analysis and Design Technique) методи математичної статистики і теорії ймовірності для обробки результатів експериментів; методи нечіткої кластеризації; методи аналітичного конструювання та комп'ютерного моделювання; методи чисельного моделювання; комп'ютерні інформаційні та програмні технології; елементи математичного апарату нечіткої логіки.

3.4. Довести наукову і науково-прикладну новизну результатів роботи 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. Довести переваги отриманих науково-прикладних результатів над аналогами, суміжними науково-прикладними напрацюваннями світової спільноти вчених, конструкторів, технологів, програмістів.

У роботах вітчизняних та зарубіжних учених, що публікуються останні декілька років, комплексно ставляться та вирішуються питання оперативного контролю характеристик залізорудної сировини у технологічних потоках і удосконалення процесів керування з використанням отриманих даних [1-9]. В той же час, завершеної і усебічно апробованої методології побудови автоматизованих систем комплексного керування технологічним процесом збагачення залізорудної сировини,

представленої декількома технологічними різновидами не існує. Здійснення оперативного контролю характеристик технологічних різновидів руди на різних стадіях перероблення і формування автоматизованого керування має специфічні особливості і безпосереднє застосування відомих положень і методів до вирішення даної проблеми в умовах таких складних об'єктів, як є підприємства гірничо-металургійного комплексу, неможливе через велику кількість нерозв'язаних важливих і складних завдань, що вимагають серйозного науково-методичного обґрунтування. Розроблення основи керування на базі системної моделі дозволить забезпечити можливість оптимізації та адаптації процесів керування згідно з актуальними умовами.

Уперше запропоновано удосконалений ітераційний метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди, заснований на аналізі її властивостей у векторному просторі ознак, який дозволяє шляхом мінімізації суми зважених відстаней між аналізованих і зразковими значеннями оцінок густини і подрібнюваності віднести її з певним ступенем належності до основних мінералого-технологічних типів руд експлуатованого родовища. Також уперше запропоновано низку інформаційних технологій багатофакторної покускової сепарації мінеральної сировини, основаних на залежності термодинамічного НВЧ чинника речовини, які включають вибіркове нагрівання речовини в електромагнітному полі надвисокої частоти з подальшим контролем інфрачервоного випромінювання й фіксацією теплової картини, за якою визначається відносний вміст домінуючої компоненти, що забезпечило більш надійне й достовірне визначення комплексної ознаки розділення мінералого-технологічних різновидів руди.

3.5. Обґрунтувати цінність очікуваних результатів для світової та вітчизняної науки, техніки і технологій.

Цінність очікуваних результатів полягає у розвитку методів визначення мінералого-технологічних різновидів залізної руди з використанням НВЧ-випромінювання, гамма-випромінювання, і високоенергетичного ультразвуку в умовах неповної інформації про стан об'єкта досліджень, що дозволяє досягти підвищення енергоефективності та вмісту заліза у концентраті при збагаченні руд, представлених технологічними різновидами, шляхом оперативного контролю характеристик залізорудної сировини в технологічних потоках і автоматизованого керування її збагаченням з підтриманням оптимального масового співвідношення технологічних різновидів на всіх стадіях технологічного процесу.

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 результати проведених маркетингових досліджень щодо просування науково-прикладних результатів на світовий ринок, визначити потенційних замовників (Додаток 2), навести перелік реальних майбутніх користувачів, з якими вже встановлено попередні договірні стосунки (Додаток 3).

Для сталого розвитку гірничорудних підприємств України в умовах ринкових відносин необхідно постійне зниження собівартості та енергомісткості технологічних процесів видобутку і переробки сировини. За останні десятиліття якість залізорудної сировини має негативну динаміку. У зв'язку з цим значна її частина не може бути перероблена у товарний продукт, що відповідає вимогам на сировину для металургійної переробки або для безпосереднього використання як готового матеріалу. Ситуація ускладнюється також високою питомою енергоємністю виробництва, яка становить п'яту частину собівартості продукції.

У структурі енерговитрат гірничорудних підприємств частка рудозбагачувальній фабрики становить близько 20%, Що є другим за величиною показником після фабрики огрудкування, частка якої - понад 50%. За витратами електроенергії збагачувальне відділення є найбільш енергоємним і споживає близько 44% від споживаного на підприємстві обсягу.

Енергоспоживання технологічного збагачувального обладнання у значній мірі визначається характеристиками руди, що надходить на переробку. Зокрема, коефіцієнт кореляції між витратами електроенергії і якістю руди становить 0,71-0,74. Істотний вплив на ефективність процесу збагачення надає характер вкраплень корисного компонента в руді, від якого залежить необхідна крупність подрібнення для найкращого розкриття, чим тонше вкраплення, тим тоншим має бути подрібнення. Таким чином, для кожної технологічного різновиду руди у процесі її подрібнення-класифікації для

повного розкриття корисного компонента необхідно сформулювати певний гранулометричний склад, який слід підтримувати у всіх режимах роботи технологічного обладнання.

У сучасних умовах на гірничо-збагачувальних комбінатах здійснюється переробка в середньому 5-8 технологічних різновидів руди. Однак система ведення гірничих робіт не дозволяє досить тривалий час добувати однотипні руди, що призводить до нестабільності мінерального складу сировини, що надходить на збагачення. Внаслідок цього виникає необхідність частого переналагодження окремих параметрів технологічного режиму, що призводить до зниження ефективності процесів переробки руди в цілому.

Необхідною умовою зменшення негативного впливу зміни характеристик руди, що надходить у збагачувальне відділення, на енергоспоживання технологічного обладнання при забезпеченні необхідного відповідно до договірних зобов'язань підприємства кількості і якості концентрату є здійснення оперативного контролю основних характеристик залізорудної сировини і ефективне автоматизоване керування технологічним процесом. Однак, на сьогодні, методи і засоби алгоритмічного та інформаційного забезпечення автоматизованих систем керування не дозволяють отримати задовільний керування технологічними процесами збагачення, враховуючи характер і розмір вкраплень корисного компонента в окремих технологічних різновидах руди, що надходить на переробку, що негативно впливає на якість кінцевого продукту і енергоефективність технологічного процесу.

Таким чином, використання одержаних наукових результатів, практичне втілення яких дозволило розробити: методику оцінювання ефективності алгоритму автоматизованого керування процесом збагачення руди з оперативним розпізнаванням її технологічних різновидів; методику автоматичного розпізнавання технологічних різновидів руди на конвеєрній стрічці; методику автоматичного розпізнавання технологічних різновидів руди у потоках пульпи і технологічних агрегатах; дозволить підвищити ефективність технологічних процесів переробки рудної сировини гірничими підприємствами.

4.2. Довести цінність результатів для підготовки фахівців у системі освіти, зокрема вищої кваліфікації. Відокремити використання очікуваних результатів від науково-методичних завдань, що виконуються викладачами у межах їх основної педагогічної діяльності. Навести у Додатку 4 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:

– «Адаптивні та робастні системи»: ітераційний метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди, заснований на аналізі її властивостей в векторному просторі ознак, ієрархічний критерій оптимізації процесу завантаження приймальних бункерів технологічних ліній збагачення як множину нерівнозначних складових, доповнену показниками розкриття корисного компонента і масового співвідношення технологічних різновидів руди в бункерах з розрахунком коефіцієнтів відносної важливості частинних критеріїв за допомогою адаптивної процедури на основі інверсної моделі;

– «Моделювання процесів і систем», «Стохастичне моделювання систем і процесів», «Моделі, технології проектування та управління ІС», «Моделювання та оптимізація в ІУС»: математична модель замкнутого циклу подрібнення руди, що включає млин, зумпф і гідроциклон, шляхом подання її у вигляді гібридної нечіткої структури, аналітична частина, якої описує рудопотоки і основні закономірності змін гранулометричного складу матеріалу, що переробляється в технологічних агрегатах, а для формалізації функцій подрібнення кульового млина та класифікації гідроциклону використовується нечіткі правила Такагі-Сугено; метод нечіткої ідентифікації мінералого-технологічних різновидів руди, заснований на аналізі її властивостей в векторному просторі ознак, метод оцінки подрібнювальності мінералого-технологічних різновидів, що відрізняється від раніше запропонованих використанням нечіткого логічного висновку Сугено і субтрактивної кластеризації даних про продуктивність замкнутого циклу подрібнення, густини пульпи та її твердої фази в зливні класифікатора замкнутого циклу подрібнення;

– «Проектування пристроїв та систем автоматики і управління», «Проектування та експлуатація інтегрованих автоматизованих систем управління та обробки інформації», «Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем»: метод оцінки подрібнювальності мінералого-технологічних різновидів, що відрізняється від раніше запропонованих використанням нечіткого логічного

висновку Сугено і субтрактивної кластеризації даних про продуктивність замкнутого циклу подрібнення, густини пульпи та її твердої фази в зливі класифікатора замкнутого циклу подрібнення;

– «Перспективні технології проектування інформаційних інтелектуальних систем», «Проектування та експлуатація інтегрованих автоматизованих систем управління та обробки інформації», «Проектування комп'ютерно-інтегрованих систем»: алгоритми і програми автоматизованого енергозберігаючого управління процесом збагачення руди; програмно-технічні засоби формування інформаційної бази автоматизованого управління технологічними процесами збагачення руди.

Результати проекту використано при формуванні тематики і завдань дослідження магістерських робіт зі спеціальностей «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Гірництво».

5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРОБКИ

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

5.1. Перелік опублікованих за темою статей в журналах, що індексуються БД Scopus та/або Web of Science Core Collection (WoS) (або Index Copernicus для соціогуманітарних наук)

Таблиця 2

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців	Наукометр. база даних
1	<u>V. Morkun, N. Morkun, A. Pikilnyak.</u> (2015) The study of volume ultrasonic waves propagation in the gas-containing iron ore pulp. Ultrasonics. – Available online: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041624X14002443	Scopus
2	<u>Burdzieva, O., Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V.</u> (2015) Modelling of rock massifs tension at underground ore mining, Metallurgical and Mining Industry, No 8, p.p. 544-547. – Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/086Burdzieva.pdf	Scopus
3	<u>Morkun, V., Morkun, N., Tron, V.</u> (2015) Formalization and frequency analysis of robust control of ore beneficiation technological processes under parametric , Metallurgical and Mining Industry, No 5, p.p. 7-11. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/001-Morkun.pdf	Scopus
4	<u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Khasheva, Z.</u> (2015) The effectiveness of combining the stages of ore fields development , Metallurgical and Mining Industry, No 5, p.p. 401-405. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/055Golik.pdf	Scopus
5	<u>Morkun, V., Morkun, N., Tron, V.</u> (2015) Distributed closed-loop control formation for technological line of iron ore raw materials beneficiation , Metallurgical and Mining Industry, No 7, p.p. 16-19. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/003Vladimir%20Morkun%2016-19.pdf	Scopus
6	<u>Morkun, V., Morkun, N., Tron, V.</u> (2015) Model synthesis of nonlinear nonstationary dynamical systems in concentrating production using Volterra kernel transformation , Metallurgical and Mining Industry, No 10, p.p. 6-9. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_10/001Morkun.pdf	Scopus
7	<u>Morkun, V., Savytskyi, O., Ruban, S.</u> (2015) The use of heat pumps technology in automated distributed system for utilization of low-temperature energy of mine water and ventilation air , Metallurgical and Mining Industry, No 6, p.p. 118-121. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/MMI-6/015-Vladimir-Morkun.pdf	Scopus
8	<u>Morkun, V., Tron, V., Paraniuk, D.</u> (2015) Formation of rock geological structure model for drilling process adaptive control system , Metallurgical and Mining Industry, No 5, p.p. 12-15. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/002-Paraniuk.pdf	Scopus
9	<u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Burdzieva, O.</u> (2015) Metal extraction in the case of non-waste disposal of enrichment tailings , Metallurgical and Mining Industry, No 10, p.p. 213-217. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_10/034Golik.pdf	Scopus
10	<u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Burdzieva, O.</u> (2015) Metal deposits	Scopus

	combined development experience , Metallurgical and Mining Industry, No 6, p.p. 591-594. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/MMI-6/082-Vladimir-Golik.pdf	
11	Kachurin, N., Komashchenko, V., Morkun, V. (2015) Environmental monitoring atmosphere of mining territories , Metallurgical and Mining Industry, No 6, p.p. 595-598. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/MMI-6/083-Nikolai-Kachurin.pdf	Scopus
12	Morkun, V., Morkun, N., Tron, V. (2015) Distributed control of ore beneficiation interrelated processes under parametric uncertainty , Metallurgical and Mining Industry, No 8, p.p. 18-21. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/004Morkun.pdf	Scopus
13	Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Irina, G. (2015) Improving the effectiveness of explosive breaking on the bade of new methods of borehole charges initiation in quarries , Metallurgical and Mining Industry, No 7, p.p. 383-387. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/061Vladimir%20Golik%20383-----387.pdf	Scopus
14	Morkun N. Identification of spatial and temporal model of concentrating production processes on the basis of the Volterra kernel conversion (2015) Metallurgical and Mining Industry, No 7, p.p. 28-31. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/006Natalia%20Morkun%2028-31.pdf	Scopus
15	Morkun, V., Morkun, N., Tron, V. (2015) Identification of control systems for ore-processing industry aggregates based on nonparametric kernel estimators, Metallurgical and Mining Industry, No 1, p.p. 14-17. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/3%20Morkun.%20Tron.pdf	Scopus
16	Morkun, V., Morkun, N., Pikilnyak, A. (2015) Ultrasonic testing of pulp solid phase concentration and particle size distribution considering dispersion and dissipation influence, Metallurgical and Mining Industry, No 1, p.p. 9-13. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/2%20Morkun.%20Pikilnyak.pdf	Scopus
17	Morkun, V., Tron, V., Goncharov, S. (2015) Automation of the ore varieties recognition process in the technological process streams based on the dynamic effects of high-energy ultrasound, Metallurgical and Mining Industry, No 2, p.p. 31-34. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/006Tron.pdf	Scopus
18	Morkun, V., Morkun, N., Pikilnyak, A. (2015) Adaptive control system of ore beneficiation process based on Kaczmarz projection algorithm, Metallurgical and Mining Industry, No 2, p.p. 35-38. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/007Morkun%20Pikilnyak.pdf	Scopus
19	Morkun, N. (2015) Simulation of non-linear dynamic objects of mineral processing production, Metallurgical and Mining Industry, No 2, p.p. 39-42. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/008Morkun.pdf	Scopus
20	Morkun, N. (2015) Simulation of ore beneficiation based on the Hammerstein structure with distributed parameters, Metallurgical and Mining Industry, No 3, p.p. 42-44. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/005%20Morkun%20Natalia.pdf	Scopus
21	Morkun, V., Tron, V., Paraniuk, D. (2015) Method of automatic interpretation of information about the geological structure in the process of exploratory wells drilling, Metallurgical and Mining Industry, No 3, p.p. 45-48. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/006%20Morkun%20V.pdf	Scopus
22	Hryshchenko S., Morkun V. (2015) Using gis-technology in role-play as an effective means of ecological competence formation among the future engineers, Metallurgical and Mining Industry, No 4, p.p. 139-142. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/020-Grischenko-Morkun.pdf	Scopus
23	Golik V., Komashchenko V., Morkun V. (2015) Geomechanical terms of use of the mill tailings for preparation, Metallurgical and Mining Industry, No 4, p.p. 321-324. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/046-GolikKomashchenkoMorkun.pdf	Scopus
24	Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Zaalishvili V. (2015) Enhancement of lost ore production efficiency by usage of canopies, Metallurgical and Mining Industry, No 4,	Scopus

	p.p. 325-329. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/047-GolikKomashchenkoMorkunZaalishvili.pdf	
25	<u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V.</u> (2015) Innovative technologies of metal extraction from the ore processing mill tailings and their integrated use, Metallurgical and Mining Industry, No 3, p.p. 49-52. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/007%20Golik%20Vladimir.pdf	Scopus
26	<u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V.</u> (2015) Feasibility of using the mill tailings for preparation of self-hardening mixtures, Metallurgical and Mining Industry, No 3, p.p. 38-41. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/004%20Golik%20Vladimir.pdf	Scopus
27	<u>Hryshchenko S.</u> Modern approaches in the study of engineering students / Svitlana Hryshchenko / Modern approaches in the study of engineering students [Electronic resource] / Svitlana Hryshchenko // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – No 12. – P. 144-146. – Access mode : http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_12/022Hryshchenko.pdf	Scopus
28	<u>Hryshchenko S.</u> Using gis-technology in role-play as an effective means of ecological competence formation among the future engineers / _Morkun V. Metallurgical and Mining Industry, 2015. No 4, p.p. 139-142. – Access mode : http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/020-Grischenko-Morkun.pdf	Scopus
29	<u>Albert Azaryan</u> Research of influence single crystal thickness NAJ (TL) on the intensity of the integrated flux of scattered gamma radiation [Електронний ресурс] / A. Azaryan // Metallurgical and Mining Industry.- 2015.- №2.- P. 43-46. Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/009Azarian.pdf	Scopus
30	<u>Albert Azaryan, Vladimir Azaryan,</u> Use of Bourger-Lambert-Bera law for the operative control and quality management of mineral raw materials, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 1, p.p. 4-8, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/1%20Azaryan.pdf	Scopus
31	<u>Andrey Pikilnyak,</u> Adaptive control system of the iron ore flotation using a control action based on high-energy ultrasound, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 2, p.p. 27-30, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/005Pikilnyak.pdf	Scopus
32	<u>Andrey Pikilnyak,</u> The gas bubble size parameters monitoring and control method, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 7, p.p. 19-21, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/004Andrey%20Pikilnyak%2019-21.pdf	Scopus
33	<u>Morkun Vladimir, Savytskyi Oleksandr, Tymoshenko Maxim,</u> Optimization of the second and third stages of grinding based on fuzzy control algorithms, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 8, p.p. 22-25, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/005Savytskyi.pdf	Scopus
34	<u>Albert Azaryan, Andrey Pikilnyak, Dmitriy Shvets,</u> Complex automation system of iron ore preparation for beneficiation, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 8, p.p. 64-66, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/011Azaryan.pdf	Scopus
35	<u>Sergiy Tishchenko, Gennady Eremenko, Oleksiy Kukharenko, Andrey Pikilnyak, Irina Gaponenko,</u> Definition of the destruction zone boundaries and particle size distribution of blasted rock mass in the explosion of a single explosive charge in an inorganic medium, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 8, p.p. 564-567, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/090Tishchenko.pdf	Scopus
36	<u>Olena Berezshnaya, Julia Chepel, Natalia Tsyvinda, Andrey Pikilnyak,</u> Mathematic modeling of detail's restoration combined process, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 10, p.p. 198-201, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_10/030Berezshnaya.pdf	Scopus
37	<u>Olena Berezshnaya, Julia Chepel, Natalia Tsyvinda, Andrey Pikilnyak,</u>	Scopus

38	Development of welding equipment for the production of layered tapes, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 12, p.p. 332-336, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_12/051Berezshnaya.pdf	Scopus
39	Valentin Kravets, Vladimir Dvornikov, Gennady Eremenko, Andrey Pikilnyak, Pit walls stability calculation in the cracks field of undermined Kryvbas massif, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 12, p.p. 374-377, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_12/057Kravets.pdf Morkun V.S., Morkun N.V., Tron V.V. Automatic control of the ore suspension solid phase parameters using high-energy ultrasound. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2017. http://ric.zntu.edu.ua/issue/archive (прийнята до друку)	Web of Science

Анотації статей українською мовою, які представляють основні результати дослідження, навести у Додатку 5

5.2. Перелік опублікованих за темою англomовних статей та тез доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються БД Scopus або WoS (або Index Copernicus для соціогуманітарних наук)

Таблиця 3

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців	Наукометр. база даних
1	Morkun V. Information and communication technologies in the process of mining engineer training / Mykola Stupnik, Volodymyr Morkun, Zinaida Bakum // Journal L'Association 1901 "SEPIKE" Ausgabe 3 Osthofen, Deuchland Poitiers, France, 2015. - P. 67-71. http://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/405	Scopus
2	Азарян А.А. Оперативный контроль качества минерального сырья на конвейере / Азарян А.А., Азарян В.А., Трачук А.А. // 5 International Conference on European Science and Technology, Мюнхен, Германия. – 2015. – С. 325-331. http://www.sciencic.com/archive.php	Scopus
3	Азарян В.А. Модель стабилизации колебаний содержания полезного компонента в рудопотоке карьера 5 International Conference on European Science and Technology, Мюнхен, Германия, 2015. http://www.sciencic.com/archive.php	Scopus
4	Азарян В.А. «Мобильный дробильно-сортировочный радиометрический комплекс (МДСРК)» Доклад. Материалы 9 Конгресса обогатителей стран СНГ; г. Москва, 26.02 – 01.03.2015 г. с.47. http://minproc.ru/ru/arxiv/	Scopus
5	Ступнік М., Моркун В. Проблеми упровадження інформаційно-комунікаційних технологій в індивідуальній підготовці гірничого інженера / Globalne aspekty ekonomii swiatowej i stosunkow miedzynarodowych w warunkach niestabilnosci gospodarczej // Monografia miedzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej, 2016. – Czestochowa.- С. 844-850. http://pl.ap.edu.pl/events/%D1%96%D1%96-miedzynarodowa-konferencja-naukowa-globalne-aspekty-ekonomii-swiatowej-i-stosunkow-miedzynarodowych-w-warunkach-niestabilnosci-gospodarczej/	Scopus
6	Моркун Н., Бакум З. Організація дослідницької діяльності студентів вищих навчальних закладів / Globalne aspekty ekonomii swiatowej i stosunkow miedzynarodowych w warunkach niestabilnosci gospodarczej // Monografia miedzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej, 2016. – Czestochowa.- С. 771-777. http://pl.ap.edu.pl/events/%D1%96%D1%96-miedzynarodowa-konferencja-naukowa-globalne-aspekty-ekonomii-swiatowej-i-stosunkow-miedzynarodowych-w-warunkach-niestabilnosci-gospodarczej/	Scopus

5.3. Перелік опублікованих за темою статей, у журналах що входять до переліку фахових видань України, а також статей у закордонних журналах, які не увійшли до п.5.1 і 5.2

Таблиця 4

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців
1	Моркун В. С. Ідентифікація нейро-нечітких структур для системи адаптивного керування

	процесом буріння з ідентифікатором моделі об'єкта / <u>В.С. Моркун, В.В. Тронь, Д.И. Паранюк</u> // Гірничий вісник, 2016. - Кривий Ріг: КНУ. - Вип. 101. - С. 76-80. http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
2	<u>Моркун В.С.</u> Використання ядерної енергії - майбутнє розвитку гірничо-металургійного комплексу України / <u>В.С. Моркун, В.Й. Лобов, К.В. Лобова</u> // Вісник Криворізького національного університету, 2016. - Кривий Ріг: КНУ. - Вип. 41. - С. 120-126. http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
3	<u>Вилкул Ю.Г., Азарян А.А., Колосов В. А., Караманиць Ф.И.</u> Динаміка якості і об'ємів здобичі залізорудної сировини в Україні за 203-2013гг. //Якість мінеральної сировини : Сб. научн. тр. - Кривой Ріг, 2015. - С. 8-19 http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PREF=&S21COLORTERMS=0&S21STR=kachmin
4	<u>Азарян А.А., Цыбулевский Ю.Е.</u> - Комплексне використання мінеральної сировини //Якість мінеральної сировини : Сб. научн. тр. -Кривой Ріг, 2015. - С. 83-95 http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PREF=&S21COLORTERMS=0&S21STR=kachmin
5	<u>Азарян А.А., Смолянский П. С., Осипчук А.Н.</u> - Розробка програмного забезпечення для моделювання зварювальних процесів //Якість мінеральної сировини : Сб. научн. тр. -Кривой Ріг, 2015. - С. 176-187 http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PREF=&S21COLORTERMS=0&S21STR=kachmin
6	<u>Азарян А.А., Кайгородов Р. А., Дрига В. В.</u> Використання мереж Wi-Fi і GSM з метою підвищення оперативності прийому-передачі інформації про якість мінеральної сировини в технологічних потоках/ Науковий вісник Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління. - 2015.-№2.- С. 20-24 http://www.kdu.edu.ua/PUBL/main.php
7	<u>Гриценко А.Н.</u> - Дослідження взаємозв'язку свідчень ручного і комбінованого каротажного зонду при каротажі буропідричних свердловин / Вісник Криворізького національного університету - 2015 - №40 с. 73-78 http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
8	<u>Азарян В.А., Серебренников В.М.</u> Исследование влияния дискретности измерения содержания полезного компонента на показатели прибыли горнообогатительного комбината / В.А. Азарян, В.М.Серебренников // Вісник Криворізького національного університету, вип. 40, 2015, С. 156-161 http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
9	<u>Азарян В.А.</u> Исследование влияния качества рудопотока железорудного карьера на прибыль горнообогатительного комбината / В.А. Азарян // Гірничий вісник, вип. 100, 2015.- С.-58-62 http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
10	<u>Азарян А.А., Цыбулевский Ю.Е., Кучер В.Г., Швец Д.В.</u> Исследование влияния вещественного состава железистых кварцитов ГОКа АрселорМиттал на их прочность / <u>Азарян А.А., Цыбулевский Ю.Е., Кучер В. Г., Швец Д.В.</u> // Вісник Криворізького національного університету, Вип. 42 Кривий Ріг, 2016.-С.-221-226 http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
11	<u>Моркун Н.В.</u> Распределенная система оптимального управления технологическими процессами обогатительного производства на основе динамической пространственно-временной модели / <u>Н.В. Моркун, А.И. Купин</u> // Вісник Криворізького національного університету. – Кривий Ріг: КНУ, 2016. – Вип. 42. – С. 178–186. http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
12	<u>Моркун В.С.</u> Построение системы децентрализованного оптимального управления процессами обогатительного производства / <u>В.С. Моркун, Н.В. Моркун</u> // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Северодонецьк, 2016. – Вип. 3. – С. 28–32. http://sti.snu.edu.ua/?page_id=375
13	<u>Моркун В.С.</u> Анализ методов понижения размерности моделей нелинейных динамических процессов обогащения железорудного сырья / <u>В.С. Моркун, Н.В. Моркун, В.В. Тронь</u> // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2016. – Кременчук. - Вип. 2/2016(97), ч. 1. – С. 63-69. http://www.kdu.edu.ua/PUBL/arhiv.php
14	<u>Моркун В.С.</u> Идентификация нелинейных объектов управления обогатительного производства на основе ядерного преобразования Вольтерра-Лагерра / <u>В.С. Моркун, Н.В. Моркун, В.В. Тронь</u> // Вісник Криворізького національного університету, 2016. - Кривий Ріг: КНУ. - Вип. 42. - С. 198-203. http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
15	<u>Моркун В.С.</u> Анализ методов определения гранулометрического состава твердой фазы пульпы с использованием объемных ультразвуковых волн / <u>В.С. Моркун, Н.В. Моркун, В.А. Дворников, И.В. Касаткина</u> // Вісник Криворізького національного університету, 2016. - Кривий Ріг: КНУ. - Вип.
16	

	41. - С. 49-54. http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu Моркун В.С. Ультразвуковой контроль распределения частиц измельченной руды по крупности в потоке пульпы / В.С. Моркун, Н.В. Моркун // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Северодонецьк, 2015. – Вип. 7. – С. 28–32. http://sti.snu.edu.ua/?page_id=375
17	Голик В.И. Современная практика выщелачивания металлов из отходов горного производства / В.И.Голик, В.И. Комащенко, В.С. Моркун // Вісник Криворізького національного університету, 2015. - вип. 39. - С. 3-8. http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
18	Голик В.И., Комащенко В.И., Моркун В.С. Инновационные технологии комплексного использования хвостов обогащения переработки руд В.И.Голик, В.И. Комащенко, В.С. Моркун // Вісник Криворізького національного університету, 2015. - вип. 39. С. 68-73. http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
19	Голик В.И., Комащенко В.И., Моркун В.С. Разработка типовых проектов буровзрывных работ на карьерах открытой добычи с помощью компьютерных информационных систем / В.И.Голик, В.И. Комащенко, В.С. Моркун // Вісник Криворізького національного університету, 2015. - вип. 40. - С. 44-54 http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
20	Тронь В.В. Система ресурсозберігаючого керування гірничо-збагачувальним комбінатом як організаційно-технічною системою / В.В.Тронь // Вісник Криворізького національного університету, 2015. - вип. 40. -С. 54-58. http://journal.knu.edu.ua/index.php/vknu
21	Голик В.И., Комащенко В.И., Моркун В.С. Современные способы эффективного подземного выщелачивания металлов / В.И.Голик, В.И. Комащенко, В.С. Моркун / Гірничий вісник. - Кривий Ріг: КНУ, 2015. - вип. 99. - С. 13-17. http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
22	Тронь В.В., Маєвський К.В. Формування адаптивного керування процесом подрібнення залізорудної сировини в умовах невизначеності характеристик об'єкта / В.В. Тронь, К.В. Маєвський // Гірничий вісник. - Кривий Ріг: КНУ, 2015. - вип. 99. - С. 27-33. http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
23	Тронь В. В. Оптимізація процесу керування збагаченням технологічних різновидів залізорудної сировини з урахуванням еколого-економічних факторів / В. В. Тронь // Науковий вісник Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича. Серія: Комп'ютерні системи та компоненти : зб. наук. праць. – 2015. – Т. 6, Вип. 1. – С. 27-31. http://library.chnu.edu.ua/index.php?page=ua/02infres/04elib/02visnyk/09
24	Моркун В.С. Розробка системи управління ресурсами вишу при складанні розкладу занять / В.С. Моркун, П.В. Бурнасов // Гірничий вісник. - Кривий Ріг: КНУ, 2015. - вип. 99. - С.159-165 http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
25	Моркун В.С.Интерпретация косвенной информации для построения модели геологической структуры при автоматизации процесса управления бурением разведочных скважин / В.С. Моркун, В.В. Тронь, Д.И. Паранюк // Гірничий вісник. - Кривий Ріг: КНУ, 2015. - вип. 99. С. 170-144. http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
26	Голик В.И. Повышение полноты использования недр с учетом напряжений при комбинированной разработке месторождений / Голик В.И., Комащенко В.И., Моркун В.С., Ляшенко В.И. // Гірничий вісник. - Кривий Ріг: КНУ, 2015. - вип.100. - 68-75. http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
27	Тронь В. В. Оптимальне і модальне керування стадією збагачення технологічних різновидів залізорудної сировини / В.В. Тронь, ЮВ. Гуляєва // Гірничий вісник. - Кривий Ріг: КНУ, 2015. - вип. 100. С. 83-88. http://journal.knu.edu.ua/index.php/gv
28	Грищенко С. М. Екологічні геоінформаційні технології у підготовці майбутніх інженерів гірничого профілю / С. М. Грищенко // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2015. – С. 64-68. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PREF=&S21COLORTERMS=0&S21STR=Nchnpu_012
29	Грищенко С. М. Ділова гра із використанням геоінформаційних технологій у формуванні екологічної компетентності майбутніх інженерів / Володимир Моркун, Світлана Грищенко // Наукові записки. Випуск 7. – Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – С. 283-287. http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/Soc_Gum/nz_pmfm/texts.html
30	Golik, V., Komashenko, V., Morkun, V., Khasheva, Z. The effectiveness of combining the stages of ore fields development, Metallurgical and Mining Industry, № 4 2015, pp. 111-115. – Access mode : http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/englishedition/MMI_2016_4/17_Vladimir-Golik.pdf
31	

32	<u>Hryshchenko S. M.</u> Formation of ecological competence of future engineers of mining profile on the basis of geoinformation technologies / <u>Morkun V. S.</u> , <u>Semerikov S. O.</u> , <u>Hryshchenko S. M.</u> , Metallurgical and Mining Industry, No 8 2016, pp. 40-42. – Access mode : https://docviewer.yandex.ua/?url=http%3A%2F%2Fwww.metaljournal.com.ua%2Fassets%2FJournal%2Fenglish-edition%2FMMI_2016_8%2F006Hryshchenko.pdf&name=006Hryshchenko.pdf&lang=en&c=58622fe23db9&page=
33	<u>Morkun V.</u> Ultrasonic testing of the crushed ore particle size distribution in the pulp flow/ <u>V. Morkun</u> , <u>N. Morkun</u> // Metallurgical and Mining Industry. – 2016, №. 4, С. 8–11. Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_4/1_Vladimir-Morkun.pdf
34	<u>Morkun V.</u> Clustering results dimension reduction of iron ore raw materials characteristics in the process control of its processing / <u>V. Morkun</u> , <u>N. Morkun</u> , <u>V. Tron</u> // Metallurgical and Mining Industry. – 2016, №. 1, С. 6–9. Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_1/1_Vladimir-Morkun.pdf
35	<u>Morkun, V. S.</u> Use of the system moodle in the formation of ecological competence of future engineers with the use of gis technologies / <u>Morkun V. S.</u> , <u>Semerikov S. O.</u> , <u>Hryshchenko S. M.</u> // CSITA : Information technology. – № 4. – 2016. – P. 30-32. http://csita.com.ua/ru/journal-4
36	<u>Morkun N.V.</u> Selection and calculation of the main system components of optimal control of technological processes production and processing / <u>N.V. Morkun</u> , <u>A. I. Kupin</u> // Computer science, information technology and automation. – 2016, №. 4, С. 6–9. http://csita.com.ua/ru/journal-4
	<u>Morkun V.S.</u> Crushed ore size distribution ultrasonic testing in pulp flow / <u>V.S. Morkun</u> , <u>N.V. Morkun</u> // Computer science, information technology and automation. – 2016, №. 3, С. 28–30 http://csita.com.ua/ru/journal_3

5.4. Перелік опублікованих за темою монографій

Таблиця 5

№	Повні дані про монографії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців
1	<u>Моркун В. С.</u> Оптимальное управление процессом обогащения железной руды / <u>В. С. Моркун</u> , <u>Н. В. Моркун</u> , <u>В. В. Тронь</u> . – Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 321 с.
2	<u>Моркун В. С.</u> Підготовка гірничого інженера: школа – ВНЗ – підприємство / <u>В. С. Моркун</u> , <u>З. П. Бакум</u> , <u>С. М. Хоцькіна</u> , <u>В. В. Ткачук</u> . – Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2015. – 244 с.
3	<u>Голик В. И.</u> Механохимические процессы извлечения металлов из некондиционных руд / <u>В. И. Голик</u> , <u>В. И. Комащенко</u> , <u>В. С. Моркун</u> . – Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 141 с.
4	<u>Грищенко С. М.</u> Використання геоінформаційних технологій при підготовці гірничого інженера : монографія / <u>С. М. Грищенко</u> , <u>В. С. Моркун</u> , <u>С. О. Семеріков</u> . – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2015. – 279 с.
5	<u>Моркун В. С.</u> Розподілене оптимальне керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва на основі динамічної просторово-часової з оперативним розпізнаванням мінералого-технологічних різновидів руди / <u>В. С. Моркун</u> , <u>Н. В. Моркун</u> , <u>В. В. Тронь</u> . – Кривий Ріг: КНУ, 2016. – 226 с.

Анотації монографій українською мовою навести у Додатку 6

5.5. Перелік опублікованих за темою підручників, навчальних посібників, словників, довідників

Таблиця 6

№	Повні дані про підручники, навчальні посібники, словники, довідників; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців
1	<u>Моркун В. С.</u> Моделювання і оптимізація процесів керування збагаченням залізної руди [Електронний ресурс] / <u>В. С. Моркун</u> , <u>Н. В. Моркун</u> , <u>В. В. Тронь</u> . – Кривий Ріг, 2015. – 310 с.
2	Підготовка і захист дисертації на здобуття наукового ступеня у галузі технічних наук: Ін-форм.-довідк. посіб. (видання третє) [Електронний ресурс] / Автори-упорядники: д-р техн. наук, проф. <u>В. С. Моркун</u> , д-р техн. наук, проф. <u>М. І. Ступнік</u> , канд. техн. наук, доц. <u>В. В. Тронь</u> . – Кривий Ріг, 2016. – 130 с.

5.6. Перелік отриманих за темою охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності України або інших країн (патенти, авторські свідоцтва)

Таблиця 7

№	Повні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців
1	Пат. 102075 Україна, МПК: G01R 33/12, B07B 13/065, B03C 1/02, B07B 13/18. Система автоматичного контролю вмісту магнітного заліза в конвеєрному рудопотоці / Кучер В. Г., <u>Азарян А. А.</u> , <u>Цибулевський Ю. Є.</u> , <u>Дрига В. В.</u> ; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». – №201504398; заявл. 05.05.15; опубл. 12.10.15, Бюл. №19.
2	Пат. 101969 Україна, МПК: G01R 33/12. Система автоматичного контролю продуктивності та вмісту заліза в конвеєрному рудопотоці вихідної руди рудозбагачувальної фабрики / <u>Азарян А. А.</u> , Кучер <u>В.Г.</u> , <u>Дрига В.В.</u> , <u>Цибулевський Ю.Є.</u> ; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». – № 2015 03375; заявл. 10.04.15; опубл. 12.10.15, Бюл. №19.
3	Пат. 100744 Україна, МПК: G01T 1/00. Сцинтиляційний детектор гамма-випромінювання / Азарян А.А., Цибулевський Ю.Є., Лісовий Г.М.; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». – № 2015 01262; заявл. 16.02.15; опубл. 10.08.15, Бюл. №15.
4	Пат. 111390 Україна, МПК B03B 13/00. Спосіб автоматичного керування процесом збагачення рудних корисних копалин / <u>Моркун В. С.</u> , <u>Моркун Н. В.</u> ; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». – №201604553; заявл. 25.04.2016; опубл. 10.11.2016, Бюл. №21.
5	Пат. 111387 Україна, МПК G01N 29/00. Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази рудної суспензії / <u>Моркун Н. В.</u> ; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет». – № 201604543; заявл. 25.04.2016; опубл. 10.11.2016, Бюл. №21.

5.7. Створено та передано для використання поза межами організації-виконавця методик, технологій, зразків, проектно- 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 ВНЗ (НУ) із зазначенням обсягів фінансування виконаних робіт

Таблиця 8

№	Передані методики, рекомендації, пропозиції, інші документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , які належать до списку виконавців	З них на основі укладеного договору на науково-технічну продукцію	Обсяг фінансування за договором, тис. гривень
1.	<u>Моркун В. С.</u> Методика оцінки ефективності алгоритму автоматизованого керування процесом збагачення руди з оперативним розпізнаванням її технологічних різновидів / <u>В. С. Моркун, А. А. Азарян, Н. В. Моркун, В. А. Азарян, Ю. Ю. Кривенко, В. В. Тронь, А. А. Трачук</u> – Кривий Ріг: ДВНЗ «КНУ», 2016.	-	-
2	<u>Азарян А. А.</u> Методика автоматичного розпізнавання технологічних різновидів руди на конвеєрній стрічці / <u>А. А. Азарян, В. А. Азарян, А. А. Трачук, А. М. Грищенко, В. В. Тронь, Цибулевський Ю. Є., С. А. Демида</u> – Кривий Ріг: ДВНЗ «КНУ», 2016.	-	-
3	<u>Моркун Н. В.</u> Методика автоматичного розпізнавання технологічних різновидів руди в потоках пульпи і технологічних агрегатах / <u>Н. В. Моркун, В. С. Моркун, Ю. Ю. Кривенко, В. В. Тронь, А. Ю. Кривенко, С. М. Грищенко</u> – Кривий Ріг: ДВНЗ «КНУ», 2016.	-	-

5.8. Перелік захищених кандидатських і докторських дисертацій виконавцями

Таблиця 9

№	Повні дані про дисертації
1	Кондратець В. О. Адаптивне розподілене керування подрібненням руди кульовими млинами з оптимізацією динаміки розрідження пульпи : дис. ... докт. техн. наук : 05.13.07 – автоматизація процесів керування / Кондратець Василь Олександрович ; Державний вищий навчальний заклад

2	«Криворізький національний університет», 2015 р. – 338 с. Цвіркун С. Л. Адаптивне керування процесом сортування кускової руди на базі нечіткого визначення її мінералого-технологічних різновидів : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.07 – автоматизація процесів керування / Цвіркун Сергій Леонідович ; Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», 2015 р. – 206 с.
3	Грищенко С. М. Геоінформаційні технології як засіб формування екологічної компетентності майбутніх інженерів гірничого профілю : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Грищенко Світлана Миколаївна ; Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», 2015. – 342 с.
4	Зубкевич В. Ю. Обґрунтування технології покускової сепарації багатокомпонентної мінеральної сировини на основі електричних і термодинамічних властивостей : дис. ... канд. техн. наук : 05.15.08 – збагачення корисних копалин / Зубкевич Віктор Юрійович ; Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», 2015 р. – 196 с.
5	Михайленко О. Ю. Адаптивне керування процесом дроблення руди з застосуванням прогнозуючої гібридної блочно-орієнтованої моделі: дис. ... кандидата техн. наук: 05.13.07 / Михайленко Олексій Юрійович. – Кривий Ріг, 2016. – 190 с.

Анотації дисертацій навести у Додатку 7

5.9. Кількість грантів, за якими працювали виконавці, що фінансувались закордонними організаціями (з відповідним підтвердженням від ВНЗ (НУ), посиланням на сайт грантового проекту або офіційним листом від грантодавця)

Таблиця 10

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Фінансування, тис. гривень
1	Моркун Наталія Володимирівна	TEMPUS 543966: «Вища інженерна освіта для екологічно сталого промислового розвитку». Термін: 1 грудня 2013 – 30 листопада 2016. http://hetes.com.ua/	€ 110 тис. = □ 2 681 тис.

Короткий зміст (анотації) досліджень за грантами навести у Додатку 8

6. ВИКОНАВЦІ ПРОЕКТУ (з оплатою в межах запиту)

- доктори наук: 2, кандидати наук: 8;
- молоді вчені до 35 років 3, з них кандидатів 2, докторів 0; докторантів: 1; аспірантів 2.
- наукові працівники без ступеня 2;
- інженерно-технічні кадри: 1, допоміжний персонал 2;
- студенти 2.

Р а з о м : 17

Таблиця 11. Виконавці проекту* (з оплатою в межах запиту)

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
1	Азарян Альберт Арамаїсович	д. т. н.	проф.	завідувач кафедри моделювання та програмного забезпечення ДВНЗ «Криворізький національний університет»	75
2	Моркун Володимир Станіславович	д. т. н.	проф.	проректор з наукової роботи ДВНЗ «Криворізький національний університет»	65
3	Моркун Наталія Володимирівна	к. т. н.	доц.	доцент кафедри економічної кібернетики, ДВНЗ «Криворізький національний університет»	37
4	Азарян Володимир Альбертович	к. т. н.	доц.	доцент кафедри моделювання та програмного забезпечення	51

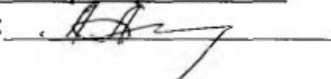
				ДВНЗ «Криворізький національний університет»	
5	Кривенко Юрій Юрійович	к. т. н.	ст.н.с	заступник начальника науково-дослідної частини ДВНЗ «Криворізький національний університет»	60
6	Гриценко Андрій Миколайович	-	-	молодший науковий співробітник ДВНЗ «Криворізький національний університет»	29
7	Трачук Анаїт Альбертівна	к. т. н.	доц.	ст. викл. кафедри моделювання та програмного забезпечення ДВНЗ «Криворізький національний університет»	45
8	Тронь Віталій Валерійович	к. т. н.	доц.	доцент кафедри інформатики, автоматики і систем управління ДВНЗ «Криворізький національний університет»	31
9	Цибулевський Юрій Євгенійович	к. т. н.	доц.	доцент кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту ДВНЗ «Криворізький національний університет»	76
10	Кривенко Андрій Юрійович	к. т. н.	-	старший викладач кафедри збагачення корисних копалин і хімії ДВНЗ «Криворізький національний університет»	32
11	Грищенко Світлана Миколаївна	к.пед.н.		завідуючий відділом науково-технічної інформації ДВНЗ «Криворізький національний університет»	38
12	Демида Сергій Анатолійович	-	-	інженер I категорії науково-дослідної частини ДВНЗ «Криворізький національний університет»	46

*вносяться дані про всіх виконавців за весь час виконання робіт, окрім допоміжного персоналу та студентів

Рішення вченої (наукової, науково-технічної) ради від 26.12.2016 протокол №3 щодо завершення роботи

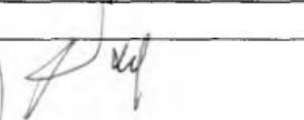
Керівник роботи

ПІБ: Азарян Альберт Арамаїсович

Підпис, дата: 

Проректор із наукової роботи

ПІБ: Моркун Володимир Станіславович

Підпис, дата: 



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

№	Повні дані про статті
1	Кочура Є. В. Вплив якості залізної руди на собівартість залізорудного концентрату / Є. В. Кочура, І. А. Белкіна // Науковий вісник НГУ. – 2011. – Вип. 4. – С. 120-126.
2	Полулях А. Д. Энергетическая интерпретация гравитационных процессов зернистых сред при обогащении полезных ископаемых / А. Д. Полулях, В. И. Чмилев, О. В. Ищенко, Д. А. Полулях. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2006. – 144 с.
3	Зубкевич В. Ю. Контроль вещественного состава железорудного сырья / В. Ю. Зубкевич // Сборник научных трудов Качество минерального сырья. – 2012. – С. 154-168.
4	Воробьев В. Д. Применение гамма-гамма метода для экспресс-опробования руд / В. Д. Воробьев, В. В. Воробьев // Сборник научных трудов Качество минерального сырья. – 2000. – С. 44-47.
5	Козин В. З. Исследование руд на обогатимость: учебное пособие; Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд.-во УГГУ, 2008. – 321 с.
6	Младецкий И.К. Соотношения между крупностью вкрапления ценного компонента и необходимой крупностью помола руды / И. К. Младецкий, М. В. Колесник // Наукові праці ДонНТУ. Серія: гірничя електромеханіка. – 2007. – Вип. 15(131). – С. 104-108.
7	Tumidajski, T., Mączka, W., Saramak, D., Foszcz, D.: Problemy optymalizacji odzysku metali w układzie kopalnia – zakład wzbogacania – huta, na przykładzie KGHM Polska Miedź S.A., ZN AGH Górnictwo i Geoinżynieria, vol. 2/1, 2004., pp.147-158.
8	Brożek M. Wpływ własności geometrycznych ziarn na dokładność rozdziału w cieczach ciężkich zawiesinowych / M. Brożek, A. Turno // Gospodarka Surowcami Mineralnymi. – Kraków. – 2004. – Vol. 20, no 3. – p. 85-99.
9	Xiaoling Huang. Production Process Management System for Production Indices Optimization of Mineral Processing / Xiaoling Huang, Yangang Chu, Yi Hu, Tianyou Chai // IFAC – Research Center of Automation, Northeastern University, Shenyang, P.R.China 110004. – 2005.

Додаток 2. Список потенційних замовників

№	Реквізити замовників, з якими велися переговори	Документи, якими зафіксовано переговори
1	Товариство з обмеженою відповідальністю «Криворізький інститут автоматики», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Офіційний лист від ДВНЗ «Криворізький національний університет» №01/31-129 від 18.10.2016
2	«Асоціація Укррудпром», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Офіційний лист від ДВНЗ «Криворізький національний університет» №01/31-132 від 20.10.2016
3	Товариство з обмеженою відповідальністю «Рудпромгеофізика», м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна	Офіційний лист від ДВНЗ «Криворізький національний університет» №01/31-135 від 21.10.2016

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	Результати передано для використання

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

№ з/п	ПІБ	Статус	Тематика досліджень	Кількість місяців їх роботи за темою з оплатою
1	Моркун Наталія Володимирівна	докторант	Розподілене оптимальне керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва на основі динамічної просторово-часової з оперативним розпізнаванням мінералого-технологічних різновидів руди	3
2	Тимошенко Максим Анатолійович	аспірант	Моделювання і керування динамічними характеристиками газової бульбашки під дією поля високоенергетичного ультразвуку	1
3	Дергач Тетяна Вікторівна	аспірант	Формування керуючих впливів на основі динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку з використанням технології фазованих решіток	1
4	Миколенко Антон Володимирович	магістрант	Керування параметрами газової фази неоднорідного середовища із застосуванням динамічних ефектів поширення ультразвуку	1
5	Микитин Олексій Валерійович	студент	Моделювання розповсюдження ультразвукових хвиль у неоднорідних середовищах з використанням методу розшарованого простору	10

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

№ статті у Таблиці 2	Анотації
1	V. Morkun, N. Morkun, A. Pikilnyak. (2015) The study of volume ultrasonic waves propagation in the gas-containing iron ore pulp. Ultrasonics. – Available online: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041624X14002443
2	Представлено результати дослідження поширення об'ємних ультразвукових хвиль у газовмісній залізорудній пульпі з використанням технології ультразвукової фазованої решітки. Burdzieva, O., Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V. (2015) Modelling of rock massifs tension at underground ore mining, Metallurgical and Mining Industry, No 8, p.p. 544-547. – Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/086Burdzieva.pdf
3	За допомогою фотопружного методу на моделях оптично-активних матеріалів досліджено тренд поведінки рудовмісного гірничого масиву, у якому антропогенна напруженість розвивається під впливом експлуатації. Morkun, V., Morkun, N., Tron, V. (2015) Formalization and frequency analysis of robust control of ore beneficiation technological processes under parametric , Metallurgical and Mining Industry, No 5, p.p. 7-11. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/001-Morkun.pdf
4	Запропоновано метод формалізації системи робастного керування технологічним процесом збагачення на прикладі мокрої магнітної сепарації. Виконано частотний аналіз системи керування при параметричній невизначеності об'єкта керування. Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Khasheva, Z. (2015) The effectiveness of combining the stages of ore fields development , Metallurgical and Mining Industry, No 5, p.p. 401-405. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/055Golik.pdf

	Подано характеристику поетапного освоєння рудних родовищ підземним способом . Запропоновано стратегію формування і економіко-математичні моделі для визначення ефективності комбінації . Сформовано концепцію збільшення використання мінеральних ресурсів за рахунок постійного впливу на мінерали на всіх стадіях розробки родовищ.
5	<u>Morkun, V., Morkun, N., Tron, V. (2015) Distributed closed-loop control formation for technological line of iron ore raw materials beneficiation , Metallurgical and Mining Industry, No 7, p.p. 16-19. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/003Vladimir%20Morkun%2016-19.pdf</u>
6	Запропоновано спосіб формування розподіленого замкнутого керування для технологічних процесів збагачення руди на технологічній лінії рудо-збагачувальної фабрики. <u>Morkun, V., Morkun, N., Tron, V. (2015) Model synthesis of nonlinear nonstationary dynamical systems in concentrating production using Volterra kernel transformation , Metallurgical and Mining Industry, No 10, p.p. 6-9. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_10/001Morkun.pdf</u>
7	Розглядаються особливості застосування математичного моделювання нелінійних динамічних систем, таких як "вхід-вихід", які працюють в умовах збагачувального виробництва, на основі кінцевих сум Вольєрра інтеграла степеневого ряду. <u>Morkun, V., Savytskyi, O., Ruban, S. (2015) The use of heat pumps technology in automated distributed system for utilization of low-temperature energy of mine water and ventilation air , Metallurgical and Mining Industry, No 6, p.p. 118-121. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/MMI-6/015-Vladimir-Morkun.pdf</u>
8	У статті розглядається можливість використання теплових насосів для утилізації тепла шахтних вод і вентиляції повітря. У статті були використані класичні методи аналізу параметрів конкретної системи на одній з шахт Криворізького басейну і методи сучасної теорії автоматичного диспетчерського управління розподіленими системами. <u>Morkun, V., Tron, V., Paraniuk, D. (2015) Formation of rock geological structure model for drilling process adaptive control system , Metallurgical and Mining Industry, No 5, p.p. 12-15. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_5/002-Paraniuk.pdf</u>
9	Наведено результати дослідження методів формування адаптивного керування бурінням рудних порід на основі узагальненої інформаційної підтримки. <u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Burdzieva, O. (2015) Metal extraction in the case of non-waste disposal of enrichment tailings , Metallurgical and Mining Industry, No 10, p.p. 213-217. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_10/034Golik.pdf</u>
10	Виявлено нові закономірності вилучення металів з хвостів кольорової та чорної металургії, в залежності від змінних параметрів переробки руди. Доведено, що механохімічна активація дозволяє витягти з металів з хвостосховища до рівня санітарних вимог. Пропонується еколого-економічна математична модель для оцінки рекомендованої технології вилучення металів з хвостів збагачення кольорових і чорних металів. <u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Burdzieva, O. (2015) Metal deposits combined development experience , Metallurgical and Mining Industry, No 6, p.p. 591-594. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/MMI-6/082-Vladimir-Golik.pdf</u>
11	Визначено тенденції гуманізації навколишнього середовища гірничодобувної інженерії у технологічно розвинених країнах. Результати піонерських експериментів з вилучення металів з використанням комбінованих механохімічної обробки у дезінтеграторі наведені. Економічні та математичні моделі для визначення ефективності комбінованої технології та моделювання результатів вилучення металів сформульовані на конкретному прикладі. <u>Kachurin, N., Komashchenko, V., Morkun, V. (2015) Environmental monitoring atmosphere of mining territories , Metallurgical and Mining Industry, No 6, p.p. 595-598. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/MMI-6/083-Nikolai-Kachurin.pdf</u>
12	Розглянуто науково-практичні результати моніторингу антропогенного впливу на навколишнє середовище гірничо-промислових територій. Оцінка ризику негативного впливу є дуже важливим етапом екологічного моніторингу. Перший оцінює ймовірність появи негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище, яка більше, то максимальний рівень. Другий оцінює ймовірність відмови в системі охорони навколишнього середовища. Третій оцінює збитки негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище. <u>Morkun, V., Morkun, N., Tron, V. (2015) Distributed control of ore beneficiation interrelated processes under parametric uncertainty , Metallurgical and Mining Industry, No 8, p.p. 18-21. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/004Morkun.pdf</u> Запропоновано спосіб формування розподіленого керування взаємопов'язаними процесами збагачення при параметричній невизначеності з використанням надійних методів

	контролю.
13	Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V., Irina, G. (2015) Improving the effectiveness of explosive breaking on the bade of new methods of borehole charges initiation in quarries , Metallurgical and Mining Industry, No 7, p.p. 383-387. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/061Vladimir%20Golik%20383-----387.pdf Представлено комплекс досліджень для поліпшення ефективності гірничо-вибухових робіт. Універсальний підсилювач каналу, диференціальна характеристика якого є поєднанням детонуючого заряду вибухової речовини з поздовжньою порожниною для збільшення стійкого стану детонації описується.
14	Morkun N. Identification of spatial and temporal model of concentrating production processes on the basis of the Volterra kernel conversion (2015) Metallurgical and Mining Industry, No 7, p.p. 28-31. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/006Natalia%20Morkun%2028-31.pdf Пропонується підхід до визначення просторової і часової моделі переробки залізорудної сировини на гірничо-збагачувальних комбінатах з використанням ядер Вольєрра.
15	Morkun, V.,Morkun, N.,Tron, V. (2015) Identification of control systems for ore-processing industry aggregates based on nonparametric kernel estimators, Metallurgical and Mining Industry, No 1, p.p. 14-17. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/3%20Morkun,%20Tron.pdf Представлено результати дослідження непараметричних методів ядерної оцінки для вирішення проблем ідентифікації систем керування технологічними агрегатами збагачувального виробництва в умовах нестабільності характеристик сировини, яка подається на переробку.
16	Morkun, V.,Morkun, N.,Pikilnyak, A. (2015) Ultrasonic testing of pulp solid phase concentration and particle size distribution considering dispersion and dissipation influence, Metallurgical and Mining Industry, No 1, p.p. 9-13. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/2%20Morkun,%20Pikilnyak.pdf Робота присвячена теоретичній основі ультразвукового контролю ступеня розкриття мінералів, концентрації твердої фази і розподілу за розмірами частинок подрібненого матеріалу в потоці пульпи на основі вимірювань параметрів хвиль Лемба з урахуванням впливу ефектів дисперсії і дисипації .
17	Morkun, V.,Tron, V.,Goncharov, S. (2015) Automation of the ore varieties recognition process in the technological process streams based on the dynamic effects of high-energy ultrasound, Metallurgical and Mining Industry, No 2, p.p. 31-34. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/006Tron.pdf Розглядаються проблеми оперативного розпізнавання домінуючого технологічного різновиду у рудних потоках у процесі рудопідготовки і використання отриманих даних у автоматизованих системах керування збагаченням залізної руди.
18	Morkun, V.,Morkun, N.,Pikilnyak, A. (2015) Adaptive control system of ore beneficiation process based on Kaczmarz projection algorithm, Metallurgical and Mining Industry, No 2, p.p. 35-38. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/007Morkun%20Pikilnyak.pdf Описано використання методу проєкції Качмажа і його модифікацій на основі послідовного наближення ортогональної проєкції на гіперплощину для синтезу адаптивних систем керування технологічними процесами збагачення залізних руд.
19	Morkun, N. (2015) Simulation of non-linear dynamic objects of mineral processing production, Metallurgical and Mining Industry, No 2, p.p. 39-42. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/008Morkun.pdf Запропоновано підхід до просторово-часового моделювання нелінійних динамічних об'єктів переробки мінеральної сировини, які представлено у вигляді невідомої нелінійної системи з розподіленими параметрами, на основі ядерного перетворення Вольєрра.
20	Morkun, N. (2015) Simulation of ore beneficiation based on the Hammerstein structure with distributed parameters, Metallurgical and Mining Industry, No 3, p.p. 42-44. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/005%20Morkun%20Natalia.pdf Стаття присвячена завданням збагачувальному децентралізованого управління на основі структури Гаммерштейна з розподіленими параметрами. Встановлено, що реальна розподілена система Гаммерштейна може бути отримана за допомогою декомпозиції просторово-часових результатів моделювання, вмісту корисного компонента у вихідному продукті магнітної сепарації.

21	<u>Morkun, V., Tron, V., Paraniuk, D. (2015) Method of automatic interpretation of information about the geological structure in the process of exploratory wells drilling, Metallurgical and Mining Industry, No 3, p.p. 45-48. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/006%20Morkun%20V.pdf</u> Пропонується метод формування геологічної моделі на підставі інформації про експлуатаційні характеристики процесу буріння з використанням результатів кластеризації таких характеристик процесу, як крутий момент і швидкість буріння.
22	<u>Hryshchenko S., Morkun V. (2015) Using gis-technology in role-play as an effective means of ecological competence formation among the future engineers, Metallurgical and Mining Industry, No 4, p.p. 139-142. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/020-Grischenko-Morkun.pdf</u> Стаття присвячена формуванню екологічної компетентності серед майбутніх гірничих інженерів. У статті визначено, що рольова гра з використанням ГІС-технологій є одним із спеціальних технічних засобів навчання, який активізує і інтенсифікує процес навчання.
23	<u>Golik V., Komashchenko V., Morkun V. (2015) Geomechanical terms of use of the mill tailings for preparation, Metallurgical and Mining Industry, No 4, p.p. 321-324. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/046-GolikKomashchenkoMorkun.pdf</u> Доведено геомеханічні умови застосування використовуваних хвостів збагачення металевої мінеральної сировини як зміцнення укладання суміші. Модель визначення економічної та екологічної ефективності технології з використанням вторинної переробки хвостів збагачення пропонується.
24	<u>Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Zaalishvili V. (2015) Enhancement of lost ore production efficiency by usage of canopies, Metallurgical and Mining Industry, No 4, p.p. 325-329. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/047-GolikKomashchenkoMorkunZaalishvili.pdf</u> Дається характеристика проблеми втраченого видобутку руди. Зроблено висновок, що рудні втрати зростання виробництва сировинної бази і відновлює здоров'я економіки гірничодобувних підприємств.
25	<u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V. (2015) Innovative technologies of metal extraction from the ore processing mill tailings and their integrated use, Metallurgical and Mining Industry, No 3, p.p. 49-52. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/007%20Golik%20Vladimir.pdf</u> Довгострокові сховища відходів гірничого виробництва викликають різні геохімічні перетворення. Всі ці процеси можуть тривати протягом багатьох років, поки всі відходи метали і хімічні частинки не розчиняться.
26	<u>Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V. (2015) Feasibility of using the mill tailings for preparation of self-hardening mixtures, Metallurgical and Mining Industry, No 3, p.p. 38-41. http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_3/004%20Golik%20Vladimir.pdf</u> Стаття присвячена обґрунтуванню можливості і утилізації умов збагачувальному хвостів металомісткої мінеральної сировини, зберігання якої є глобально небезпечним.
27	<u>Hryshchenko S. Modern approaches in the study of engineering students / Svitlana Hryshchenko / Modern approaches in the study of engineering students [Electronic resource] / Svitlana Hryshchenko // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – No 12. – P. 144-146. – Access mode : http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_12/022Hryshchenko.pdf</u> У статті визначили, що актуальним на даний час є використання ІКТ при вивченні професійно-спрямованих дисциплін студентами інженерних спеціальностей. Нагальною задачею є підготовка майбутніх інженерів з конструктивним, дослідницьким підходом до виконання професійних обов'язків, здатних самостійно розробляти технічні проекти, здійснювати управління на високому рівні. Це надало можливість визначити сучасні підходи до навчання студентів інженерних спеціальностей.
28	<u>Hryshchenko S., Morkun V. (2015) Using gis-technology in role-play as an effective means of ecological competence formation among the future engineers, Metallurgical and Mining Industry, No 4, p.p. 139-142. http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_4/020-Grischenko-Morkun.pdf</u> У статті визначили, що формування екологічної компетентності майбутніх інженерів гірничого профілю з однією зі спеціальних форм організації навчання є ділова гра із використанням геоінформаційних технологій, яка активізує та інтенсифікує процес навчання.
29	<u>Albert Azaryan Research of influence single crystal thickness NAJ (TL) on the intensity of the</u>

	integrated flux of scattered gamma radiation [Електронний ресурс] / А. Azaryan // Metallurgical and Mining Industry.- 2015.- №2.- P. 43-46. Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/009Azarian.pdf
30	Подано методичні засади та опис засобів, що забезпечують для визначення оптимальної товщини монокристали на основі NAJ (TL). <u>Albert Azaryan, Vladimir Azaryan</u>, Use of Bourger-Lambert-Bera law for the operative control and quality management of mineral raw materials, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 1, p.p. 4-8, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_1/1%20Azaryan.pdf
31	Розроблено математичну модель, засновану на формулі Bourger-Lambert-Bera для оцінки ефективності переробки мінеральної сировини, з використанням формул Hancosko-Luiken для оперативного контролю та управління якістю мінеральної сировини. <u>Andrey Pikilnyak</u>, Adaptive control system of the iron ore flotation using a control action based on high-energy ultrasound, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 2, p.p. 27-30, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_2/005Pikilnyak.pdf
32	Описано спосіб ефективного контролю складу газової фази пульпи у процесі флотації з використанням динамічних ефектів високо енергетичного ультразвуку на базі фазованих решіток і визначення їх параметрів. <u>Andrey Pikilnyak</u>, The gas bubble size parameters monitoring and control method, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 7, p.p. 19-21, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_7/004Andrey%20Pikilnyak%2019-21.pdf
33	Описано спосіб ефективного контролю складу газової фази пульпи в процесі флотації з використанням динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку з використанням високошвидкісної запису відео зі зворотним зв'язком даних за допомогою функції, запрограмованої в Matlab для газових бульбашок контролю параметрів розміру і управління. <u>Morkun Vladimir, Savytskyi Oleksandr, Tymoshenko Maxim</u>, Optimization of the second and third stages of grinding based on fuzzy control algorithms, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 8, p.p. 22-25, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/005Savytskyi.pdf
34	У статті розглядаються аспекти управління процесами подрібнення на кожній стадії з урахуванням їх особливостей. Розроблений алгоритм управління процесом збагачення руд з використанням нечіткої логіки. <u>Albert Azaryan, Andrey Pikilnyak, Dmitriy Shvets</u>, Complex automation system of iron ore preparation for beneficiation, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 8, p.p. 64-66, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/011Azaryan.pdf
35	Представлено функціональна схема автоматизації комплексної системи рудного процесу підготовки до збагачення розробляється. Система дозволяє контролювати централізований процес подрібнення, з метою координації інформаційних потоків і контролювати процес завантаження більш точно, з урахуванням обсягу руди і води та циркулюючого навантаження <u>Sergiy Tishchenko, Gennady Eremenko, Oleksiy Kukhareno, Andrey Pikilnyak, Irina Gaponenko</u>, Definition of the destruction zone boundaries and particle size distribution of blasted rock mass in the explosion of a single explosive charge in an inorganic medium, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 8, p.p. 564-567, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_8/090Tishchenko.pdf
36	Пропонується спосіб визначення розподілу меж зон руйнування і розміру часток підірваної гірничої маси під час свердловинного заряду вибухової речовини вибуху в необмеженому середовищі на основі гідродинамічної моделі дії вибуху. <u>Olena Berezshnaya, Julia Chepel, Natalia Tsyvinda, Andrey Pikilnyak</u>, Mathematic modeling of detail's restoration combined process, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 10, p.p. 198-201, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_10/030Berezshnaya.pdf
37	Рассмотрен процесс восстановления покрытия в условиях изношенности поверхности деталей машин с слоем требуемой толщины с заданными свойствами, что позволяет эффективно решать проблему продления срока службы деталей машин. В качестве метода исследования использовано математическое моделирование электроконтактного упрочнения напыленного слоя. <u>Olena Berezshnaya, Julia Chepel, Natalia Tsyvinda, Andrey Pikilnyak</u>, Development of welding equipment for the production of layered tapes, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 12, p.p. 332-336, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-

	edition/MMI_2015_12/051Berezshnaya.pdf Розглядаються проблеми виробництва багат шарових стрічок для електроконтактного оновлення зношених валів, фітингів та інших деталей. Запропоновано конструкцію зварювальної машини для контактної мікро- осадження для виробництва багат шарової металеві стрічки з використанням валкового електрода, зрушення і затиск якого до деталі виконується за допомогою лінійного двигуна постійного струму.
38	Valentin Kravets, Vladimir Dvornikov, Gennady Eremenko, Andrey Pikilnyak, Pit walls stability calculation in the cracks field of undermined Kryvbas massif, Metallurgical and Mining Industry, 2015, No. 12, p.p. 374-377, Available online: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2015_12/057Kravets.pdf
39	Представлено методику розрахунку стійкості бортів кар'єрів в області тріщин гірничого масиву, який розглядається в умовах напружено-деформованого стану.
	Morkun V.S., Morkun N.V., Tron V.V. Automatic control of the ore suspension solid phase parameters using high-energy ultrasound. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2017. http://ric.zntu.edu.ua/issue/archive (прийнята до друку)
	На основі динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку теоретично обґрунтований і експериментально апробований метод впливу на тверду фазу залізорудної пульпи для зміщення частинок певного класу крупності в зону вимірювань і визначення змісту корисного компонента в рудних частинках. Розроблена спеціалізована програма, яка реалізує чисельний аналіз і графічне представлення результатів моделювання зміни гранулометричної характеристики твердої фази пульпи під керуванням впливом радіаційного тиску високоенергетичного ультразвуку

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

№ моногр. у Таблиці 5	Анотації
1	<u>Моркун В. С.</u> Оптимальное управление процессом обогащения железной руды / В. С. Моркун, Н. В. Моркун, В. В. Тронь. – Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 321 с.
2	У монографії розглянуто питання децентралізованого, оптимального і адаптивного керування взаємопов'язаними технологічними процесами збагачення руди з урахуванням її мінералого-технологічних різновидів на основі оперативного неруйнівного контролю характеристик рудного матеріалу в ході технологічного процесу. Розглянуто критерії та методи керування та оптимізації процесів збагачення технологічних різновидів залізорудної сировини на основі просторово-часових моделей. Викладено результати розробки методів адаптивного керування стадіями збагачення руди в умовах технологічної лінії рудозбагачувальній фабрики на базі нечітких і нейромережевих моделей. Робота призначена науковцям, інженерам, студентам, аспірантам і докторантам, які займаються автоматизацією процесів керування збагаченням руд.
3	<u>Моркун В. С.</u> Підготовка гірничого інженера: школа – ВНЗ – підприємство / В. С. Моркун, З. П. Бакум, С. М. Хоцькіна, В. В. Ткачук. – Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2015. – 244 с. Монографію присвячено неперервній підготовці гірничого інженера (школа – ВНЗ - підприємство), розвитку його професійної компетентності. Навчально-науковий процес у пропонуваній розвідці презентовано як систему творчих майстерень авторитетних науковців, провідних інженерів, студентів, аспірантів і докторантів, які створюють творчий колектив, відповідну наукову школу, де реалізується наступність у методології пізнавальної діяльності, цінностях і меті інженерної праці. Адресовано науковцям, викладачам гірничих факультетів, аспірантам, докторантам, які досліджують проблеми педагогіки вищої школи загалом і підготовки гірничого інженера зокрема, студентам-гірникам, працівникам підприємств.
	<u>Голик В. И.</u> Механохимические процессы извлечения металлов из некондиционных руд / В. И. Голик, В. И. Комащенко, В. С. Моркун. – Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 141 с. Мета науково-дослідної роботи: дослідження та розробка інноваційних технологій комбінованої механохімічної активації вилучення металів з некондиційної сировини. Основний результат досліджень полягає у встановленні закономірності феноменів енергетичного впливу на некондиційну мінеральну сировину, в даному випадку хвости

4	збагачення руд: варіанти вилуговування: без активації у дезінтеграторі, з попередньою активацією у дезінтеграторі і подальшим вилуговуванням і з одночасною обробкою у дезінтеграторі і вилуговуванням адекватно характеризуються кількісними та якісними параметрами; активація у дезінтеграторі з подальшим вилуговуванням поза ним в порівнянні з традиційним вилуговуванням збільшує вилучення з хвостів збагачення - по свинцю - в 1,7 рази, по цинку - в 2,2 рази; активація сировини у дезінтеграторі одночасно з вилуговуванням у порівнянні з варіантом роздільного активації і вилуговування збільшує витяг практично на таку ж величину, але різко відрізняється часом досягнення цього результату. <u>Грищенко С. М.</u> Використання геоінформаційних технологій при підготовці гірничого інженера : монографія / <u>С. М. Грищенко</u>, <u>В. С. Моркун</u>, <u>С. О. Семеріков</u>. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2015. – 279 с. У монографії розглянуто питання підготовки гірничого інженера, формування його екологічної компетентності на основі геоінформаційних технологій. Цілісне розв'язання задачі формування екологічної компетентності майбутнього інженера вимагає визначення її змісту, структури, місця в системі професійних компетентностей, рівнів сформованості і критеріїв вимірювання, обґрунтування вибору та розроблення методики використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій навчання, що сприяють формуванню екологічної компетентності. Одним із перспективних напрямів розв'язання цієї задачі є використання засобів геоінформаційних технологій. Книга призначена для науковців, викладачів та студентів вищих навчальних закладів, докторантів, аспірантів, для всіх, хто цікавиться питаннями застосування інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі.
5	<u>Моркун В. С.</u> Розподілене оптимальне керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва на основі динамічної просторово-часової з оперативним розпізнаванням мінералого-технологічних різновидів руди / <u>В. С. Моркун</u>, <u>Н. В. Моркун</u>, <u>В. В. Тронь</u>. – Кривий Ріг: КНУ, 2016. – 226 с. У роботі розглянуто питання формування математичної моделі, критеріїв і методів розподіленого оптимального робастного управління взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва на основі динамічної просторово-часової структури на основі ядерних операторів із зосередженими вхідними керуючими впливами і розподілені по всьому технологічному лінії виходом - розподілом корисного компонента по виділених класах крупності збагачуваної залізорудної сировини, оперативна оцінка якого здійснюється на основі результатів ультразвукових і радіометричних вимірювань.

Додаток 7. Анотації захищених кандидатських і докторських дисертацій виконавцями, що наведені у Таблиці 9

№ з/п	Назви дисертацій та їх анотації
1	Кондратець В. О. Адаптивне розподілене керування подрібненням руди кульовими млинами з оптимізацією динаміки розрідження пульпи; 05.13.07 – автоматизація процесів керування; науковий консультант: <i>немає</i>; 2015 р., ДВНЗ «Криворізький національний університет». Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування. – Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», 2015. Дисертація присвячена розв'язанню актуальної наукової проблеми розвитку методів автоматизованого керування розрідженням пульпи у кульових млинах, що подрібнюють вихідну руду на залізорудних збагачувальних фабриках, шляхом здійснення адаптивного розподіленого керування процесом та оптимізації динаміки розрідження пульпи на базі нових моделей технологічних процесів, удосконалення методів оцінювання та підходів підвищення точності визначення технологічних параметрів. Розроблено нові моделі технологічних процесів по параметру розрідження пульпи та підходи прогнозування співвідношення тверде/рідке в циклах подрібнення. Розроблений метод управління при подрібненні руди з пісками класифікатора включає два ієрархічні рівні. Перший ієрархічний рівень є адаптивним, працює циклічно і забезпечує задане розрідження пульпи у кульовому млині. Адаптивне керування другого ієрархічного рівня здійснюється в межах першого рівня, подаючи необхідну воду для досягнення заданого розрідження пульпи в технологічному агрегаті трьома потоками – на поверхню руди, у приймальний пристрій завиткового живильника і безпосередньо в кульовий млин.

	На основі розроблених методів побудовані системи адаптивного розподіленого керування подрібненням руди, які дозволили досягти вагомих техніко-економічних показників.
2	Цвіркун С. Л. Адаптивне керування процесом сортування кускової руди на базі нечіткого визначення її мінералого-технологічних різновидів : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.07 – автоматизація процесів керування / Цвіркун Сергій Леонідович ; Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», 2015 р. – 206 с. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування. – ДВНЗ «Криворізький національний університет», Кривий Ріг, 2015. Розв'язано наукове завдання удосконалення методу адаптивного керування процесом сортування кускової руди на базі нечіткого визначення її мінералого-технологічних різновидів шляхом супроводження множини кусків руди по відеопотоку і безконтактного неруйнівного контролю візуальних і фізичних характеристик кусків руди. Для підвищення ефективності процесу керування автоматичним сортуванням крупнокускової залізної руди при транспортуванні на конвеєрі запропоновано метод розпізнавання її мінералого-технологічних різновидів, що ґрунтується на відеосупроводі кусків руди в потоці і нечіткій кластеризації відновлених значень електромагнітної проникності, крупності, кольору й маси рудних кусків у багатовимірному просторі з використанням нечіткої бази знань, який дозволяє розпізнавати багаті і бідні різновиди у гематитових рудах. Удосконалено метод оперативного контролю характеристик крупнокускової руди в потоці на основі неруйнівного контролю та відеосупроводу в умовах дії на датчик відеосигналу перешкод, компенсація яких на окремому кадрі здійснюється із застосуванням в комплексі методу Річардсона-Люсі й адаптивної медіанної фільтрації. Удосконалено метод автоматизованого керування процесом сортування крупнокускової руди з розпізнаванням технологічних різновидів кусків залізної руди в потоці на конвеєрі на основі нечіткого логічного висновку. Запропоновано метод формування автоматичного керування процесом сортування крупнокускової руди під час транспортування на конвеєрі.
3	Грищенко С. М. Геоінформаційні технології як засіб формування екологічної компетентності майбутніх інженерів гірничого профілю : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Грищенко Світлана Миколаївна ; Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», 2015. – 342 с. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті. – Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Дисертаційна робота присвячена проблемі використання геоінформаційних технологій як засобу формування екологічної компетентності майбутніх інженерів гірничого профілю. У роботі визначено структуру, зміст, рівні, критерії та показники сформованості екологічної компетентності майбутніх інженерів гірничого профілю; теоретично обґрунтовано та розроблено модель використання геоінформаційних технологій як засобу формування екологічної компетентності майбутніх інженерів гірничого профілю; розроблено методику використання геоінформаційних технологій, спрямовану на формування екологічної компетентності майбутніх інженерів гірничого профілю; експериментально перевірено ефективність розробленої методики у процесі навчання студентів гірничих спеціальностей.
4	Зубкевич В. Ю. Обґрунтування технології покускової сепарації багатокомпонентної мінеральної сировини на основі електричних і термодинамічних властивостей : дис. ... канд. техн. наук : 05.15.08 – збагачення корисних копалин / Зубкевич Віктор Юрійович ; Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», 2015 р. – 196 с. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.08 - збагачення корисних копалин. Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет» Міністерство освіти і науки України, м. Кривий Ріг, 2015. У дисертаційній роботі наведено завдання розроблення принципів, структур і систем інформаційних методів кускової сепарації багатокомпонентної гірничорудної, гірничо-хімічної, вторинної сировини й техногенних відходів у технологіях видобування та переробки на базі моделей речового складу контрольованої речовини та спеціальних методів контролю необхідних параметрів контрольованих кусків речовини, які забезпечують створення методів і засобів кускової сепарації з можливістю вибору будь-якого необхідного інформаційного забезпечення для конкретного процесу кускової сепарації, включаючи й багаторівневе сортування. Розроблено методи сепарації багатокомпонентних руд, основані на селективній дії на руду надвисокочастотного випромінювання високої інтенсивності й аналізі нелінійних ефектів відгуку електромагнітних полів, що дозволяє ідентифікувати весь спектр компонентів, які містяться в руді. Для

	багатокомпонентних руд на підставі аналізу вмісту кожної компоненти здійснюється їх розділення. Очікується, що широке застосування цього методу в гірничорудній промисловості допоможе додатково включити у виробництво бідні руди з малим середнім вмістом корисного продукту в обсязі в тому випадку, коли має місце велика дисперсія концентрації корисного продукту в рудному тілі. У дисертаційній роботі одержали розвиток інформаційні принципи й методи кускової сепарації багатокомпонентної сировини в умовах багатофакторності та ймовірного характеру ознак розділення, на базі встановлених закономірностей зміни вмісту компонент статистичних сумішей постійного складу, розроблених методик визначення законів розподілу відносного вмісту компонент статистичної суміші, моделювання речовинного складу заданої статистичної суміші, спеціальних методів контролю якості, положень і залежностей термографічної кускової сепарації сировини.
5	Михайленко О. Ю. Адаптивне керування процесом дроблення руди з застосуванням прогнозуючої гібридної блочно-орієнтованої моделі: дис. ... кандидата техн. наук: 05.13.07 / Михайленко Олексій Юрійович. – Кривий Ріг, 2016. – 190 с. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування. – ДВНЗ «Криворізький національний університет», Кривий Ріг, 2015. В роботі вирішено завдання підвищення ефективності процесу дроблення руди на гірничо-збагачувальних комбінатах шляхом розробки структури, алгоритму і системи адаптивного керування на базі гібридної блочно-орієнтованої системи поєднаної з моделлю Лагерра, що забезпечує формування і стабілізацію гранулометричних характеристик дробленого продукту в умовах дії зовнішніх неконтрольованих збурень, обумовлених коливаннями гранулометричних і фізико-механічних властивостей гірської маси, а також завадами у каналах передачі даних, що дозволить при впровадженні у виробництво знизити собівартість продукту рудопідготовки. Для забезпечення високої якості перехідних процесів замкненої системи і зниження обчислювального навантаження на пристрій керування запропоновано метод формування прогнозуючого керування, що заснований на знаходженні зворотних функцій статичних нелінійностей входу-виходу блочно-орієнтованої моделі та апроксимації послідовності керувань на горизонті прогнозування лінійною моделлю

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

№ з/п	Назви грантів та їх анотації
1	TEMPUS 543966: «Вища інженерна освіта для екологічно сталого промислового розвитку». Термін: 1 грудня 2013 – 30 листопада 2016. 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.

Керівник роботи

ПІБ: Азарян Альберт Арамаїсович

Підпис, дата: 