

Секція: 08 - Технології видобутку та переробки корисних копалин

1. Підземний видобуток рудних і нерудних корисних копалин. 1.2. Науково-технічні проблеми збагачення корисних копалин

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
за завершеним фундаментальним науковим дослідженням,
виконання якого здійснювалось у 2018-2020 роках

Назва: Визначення закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах для оптимізації процесів збагачення залізної руди

Керівник дослідження: Моркун Володимир Станіславович

Номер державної реєстрації: 0118U000119

Номер облікової картки заключного звіту: 0221U104260

Найменування організації-виконавця: Криворізький національний університет

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

Строки виконання: початок - 01.01.2018, закінчення - 31.12.2020

Обсяг коштів, виділених на виконання дослідження за весь період (згідно із запитом / фактичний): 4783.2 / 4444,730 тис. гривень.

1. КОРОТКИЙ ЗМІСТ ЗАПИТУ (до 30 рядків тексту)

1.1. Проблема, на вирішення якої було спрямовано дослідження, обґрунтування щодо актуальності: Проблема, на вирішення якої спрямовано проект полягає у визначенні закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах для оптимізації процесів збагачення залізної руди шляхом формування математичних моделей, критеріїв і методів узгодженого керування процесами збагачувального виробництва, що функціонують в умовах невизначеності, на основі динамічної моделі з розподіленою по всій технологічній лінії вихідною функцією розподілу корисного компонента по класах крупності руди.

Актуальність проблеми підтверджується наявністю значної кількості наукових праць, присвячених дослідженню, математичному та імітаційному моделюванню та формалізації закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах для оптимізації процесів перероблення залізорудної сировини, що протікають в умовах невизначеності. Водночас, застосування згаданих методів і засобів потребує відповідного математичного апарату, який би дозволив формалізувати закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах.

1.2. Об'єкт і предмет дослідження: Об'єкт дослідження - технологія збагачення залізної руди та процеси автоматизованого керування технологічною лінією збагачення в умовах мінливих характеристик сировини і стану технологічних агрегатів.

Предмет дослідження - закономірності поширення високоенергетичного ультразвуку у залізорудній пульпі для оптимізації процесів збагачення залізної руди шляхом формування математичних та імітаційних моделей, критеріїв і методів узгодженого керування процесами збагачувального виробництва

1.3. Мета і основні завдання дослідження: Метою виконаних досліджень є оптимізація технології й підвищення енергоефективності та якості автоматизованого керування лінією збагачення, збільшення вилучення корисного компонента у концентрат при переробленні залізистих руд, представлених мінералого-технологічними різновидами, шляхом визначення закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах в умовах процесів збагачувальної технології і застосування даних закономірностей для оптимізації сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів.

Сформульована мета роботи зумовила необхідність розв'язання таких завдань:

- аналіз методів формування, дослідження та математичних та імітаційних моделей нелінійних

процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах та вплив даних процесів на перерозподіл часток твердої та газової фази;

– обґрунтування основних напрямків удосконалення керування й підвищення ефективності збагачувального виробництва із застосуванням керованого впливу високоенергетичного ультразвукового випромінювання на залізорудну пульпу та ультразвукових, радіометричних та інших методів неруйнівного контролю характеристик рудного матеріалу;

– розроблення і дослідження математичних та імітаційних моделей нелінійних процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах та формування на їх основі математичного опису для прогнозування нелінійних процесів збагачення;

– розроблення і дослідження методів формування оптимальної сепараційної характеристики збагачувальних агрегатів на основі закономірностей та взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках;

– формування інформаційної бази автоматизованого керування технологічними процесами збагачення руди на основі закономірностей та результатів імітаційного моделювання взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи;

– розроблення і апробація технології та системи формування оптимальних сепараційних характеристик збагачувальних агрегатів із використанням динамічних ефектів поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у залізорудній пульпі.

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

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

2.1. Описати підходи щодо проведення досліджень, обґрунтувати їх новизну: Основою досліджень за проектом є системний підхід, з використанням якого здійснюється визначенні закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах для оптимізації процесів збагачення залізної руди шляхом синтезу математичних та імітаційних моделей взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва, що функціонують в умовах невизначеності, та формування оптимальних сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів на основі результатів імітаційного моделювання для узгодженого керування ними.

Новизною підходу є застосування закономірностей та імітаційних моделей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах для перерозподілу часток твердої фази залізорудної пульпи у технологічних потоках рудозбагачувальної фабрики для формування оптимальних сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів та їх представлення як системи з вихідною функцією розподілу вмісту корисного компонента за класами крупності рудного матеріалу.

2.2. Розкрити основні ідеї дослідження, яким чином вони втілювались: Ідея проекту полягає у визначенні закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах в умовах процесів збагачувальної технології і застосування даних закономірностей для оптимізації процесів збагачення залізної руди шляхом представлення послідовних технологічних процесів збагачувального виробництва як системи, що функціонує в умовах невизначеності, на основі якої здійснюється узгоджене керування означеними процесами.

2.3. Навести основні гіпотези, які лягли в основу дослідження, як вони підтверджувались або спростовувались, перетворювались на теорію чи концепцію: Робоча гіпотеза проекту полягає у тому, що нелінійні динамічні ефекти високоенергетичного ультразвуку, що виникають при його поширенні у неоднорідних середовищах, зокрема у залізорудній пульпі, дозволяють здійснити кероване перерозподілення часток твердої фази пульпи, на підставі результатів якого буде сформовано оптимальну сепараційну характеристику певного технологічного збагачувального агрегату, що дозволить оптимізувати процеси переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини шляхом представлення об'єкта керування як системи з вихідною функцією розподілу корисного компонента по класах крупності руди, що може бути визначена на підставі закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах.

2.4. Представити нові або оновлені методи та засоби, методику та методологію досліджень, що створені авторами у ході виконання роботи; обґрунтувати, чим вони відрізняються від наявних: У ході виконання проекту будуть розроблені такі методи: метод математичного та імітаційного моделювання нелінійних процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах в умовах процесів збагачувальної технології, формування математичної моделі нелінійних об'єктів збагачувального виробництва, що функціонують в умовах невизначеності; метод узгодженого керування параметрами технологічних процесів збагачення як об'єктів з вихідною функцією розподілу корисного компонента по класах крупності руди шляхом формування оптимальних сепараційних характеристик технологічних агрегатів на основі результатів імітаційного моделювання; методу формування інформаційної бази автоматизованого керування технологічними процесами збагачення руди на основі ультразвукових вимірювань, які відрізняються від відомих тим, що базуються на керованому перерозподіленні часток твердої фази пульпи, на підставі результатів якого буде сформовано оптимальну сепараційну характеристику певного технологічного збагачувального агрегату.

2.5. Описати особливості структури та складових проведення дослідження: Особливості структури та складових проведення досліджень полягають у тому, що досягнення мети проекту передбачає комплексні дослідження, складовими яких є: встановлення закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах, до яких відноситься залізорудна пульпа; дослідження підходів до оперативного неруйнівного контролю характеристик мінералого-технологічних різновидів руди у технологічних потоках рудозбагачувальної фабрики з використанням ультразвукових та радіометричних засобів; дослідження і формування оптимальної технології перероблення мінералого-технологічних різновидів залізної руди.

Отже, необхідним є поєднання результатів дослідження у трьох напрямках: теоретичних і практичних досліджень технологій збагачення корисних копалин; методів і засобів контролю їх фізико-механічних та хіміко-мінеральних характеристик; формування інформаційних технологій оброблення одержаної інформації та синтезу динамічних математичних та імітаційних моделей.

3. ОДЕРЖАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 100 рядків тексту)

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

Таблиця 1

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з техн. завданням	Заплановані результати	Отримані результати
1. з 01.01.2018 по 31.12.2018	Аналіз проблеми підвищення ефективності збагачувального виробництва та дослідження процесів розповсюдження високоенергетичного ультразвуку у випадково-неоднорідних гетерогенних середовищах.	Опис результатів дослідження напрямків удосконалення керування й підвищення ефективності збагачувального виробництва із застосуванням керованого впливу високоенергетичного ультразвукового випромінювання на залізорудну пульпу у технологічних потоках збагачувальної фабрики та ультразвукових, радіометричних та інших методів неруйнівного контролю характеристик рудного матеріалу. Опис	Виконано опис результатів дослідження напрямків удосконалення керування й підвищення ефективності збагачувального виробництва із застосуванням керованого впливу високоенергетичного ультразвукового випромінювання на залізорудну пульпу у технологічних потоках збагачувальної фабрики та ультразвукових, радіометричних та інших методів неруйнівного контролю характеристик рудного матеріалу. Виконано опис результатів дослідження динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку при його розповсюдженні у газомісній

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з техн. завданням	Заплановані результати	Отримані результати
		результатів дослідження динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку при його розповсюдженні у газовмісній залізорудній пульпі.	залізорудній пульпі.
2. з <u>01.01.2019</u> по <u>31.12.2019</u>	Синтез математичних моделей нелінійних процесів поширення висок оенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах та формування оптимальної сепараційної характеристики збагачувальних агрегатів із застосуванням керованого висок оенергетичного ультразвукового випромінювання	Опис математичних моделей та імітаційних нелінійних процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах із використанням методу розшарованого простору та формування на їх основі математичного опису нелінійних процесів збагачення мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини в умовах процесів збагачувального виробництва, що протікають в умовах невизначеності. Опис методів формування оптимальної сепараційної характеристики збагачувальних агрегатів на основі закономірностей та результатів імітаційного моделювання взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках збагачувальної фабрики для узгодженого керування параметрами технологічних процесів збагачення.	Розроблено опис математичних моделей та імітаційних нелінійних процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах із використанням методу розшарованого простору та формування на їх основі математичного опису нелінійних процесів збагачення мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини в умовах процесів збагачувального виробництва, що протікають в умовах невизначеності. Виконано опис методів формування оптимальної сепараційної характеристики збагачувальних агрегатів на основі закономірностей та результатів імітаційного моделювання взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках збагачувальної фабрики для узгодженого керування параметрами технологічних процесів збагачення.
3. з <u>01.01.2020</u> по <u>31.12.2020</u>	Узагальнення та формалізація закономірностей поширення висок оенергетичного ультразвуку у	Опис закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах. Опис	Виконано опис закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах. Опис методів оптимізації процесів збагачення

Номер етапу, строки	Назва етапу згідно з техн. завданням	Заплановані результати	Отримані результати
	неоднорідних середовищах та розроблення методів оптимізації процесів збагачення залізної руди на основі визначених закономірностей поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у неоднорідних середовищах	методів оптимізації процесів збагачення залізної руди на основі визначених закономірностей та результатів імітаційного моделювання поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у неоднорідних середовищах та інформаційної бази автоматизованого керування технологічними процесами збагачення руди на основі закономірностей взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках збагачувальної фабрики та методів ультразвукового, радіометричного та інших видів неруйнівного контролю характеристик залізорудного матеріалу; Опис результатів апробації технології та системи формування оптимальних сепараційних характеристик збагачувальних агрегатів із використанням динамічних ефектів поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у залізорудній пульпі, що взаємодіє із частками твердої фази	залізної руди на основі визначених закономірностей та результатів імітаційного моделювання поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у неоднорідних середовищах та інформаційної бази автоматизованого керування технологічними процесами збагачення руди на основі закономірностей взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках збагачувальної фабрики та методів ультразвукового, радіометричного та інших видів неруйнівного контролю характеристик залізорудного матеріалу; Виконано опис результатів апробації технології та системи формування оптимальних сепараційних характеристик збагачувальних агрегатів із використанням динамічних ефектів поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у залізорудній пульпі, що взаємодіє із частками твердої фази

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

У результаті виконання проекту очікуються такі результати:

- удосконалено математичний опис закономірностей й імітаційна модель поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах та їх особливостей в умовах процесів збагачувальної технології;
- удосконалено математичну модель нелінійної просторової функції поширення ультразвуку в гетерогенному середовищі з урахуванням початкових і граничних умов;
- удосконалено метод формування оптимальних сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів у процесі керування технологічними процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, в основі якого знаходяться результати імітаційного моделювання поширення у випадково-неоднорідних гетерогенних середовищах керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання та підходу до узгодженого формування керуючих впливів із урахуванням розподілення у просторі і часі вихідних змінних об'єкта керування;
- виявлено закономірності зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого керування технологічними агрегатами та вихідними характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках в умовах невизначеності;
- удосконалено математичну модель взаємопов'язаних процесів переробки залізорудної сировини; методи структурної та параметричної ідентифікації математичної моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва;
- запропоновано новий метод узгодженого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва, що функціонують в умовах невизначеності.

3.3. Визначити, які із результатів і як само були науково обґрунтовані та доведені, як вони пов'язані із закономірностями організації та розвитку природи, суспільства людини, їх взаємозв'язків. Чи є одержані результати достатньо надійними для різних контекстів застосування та використання: Науково-обґрунтованими та доведеними є такі результати: встановлені закономірності поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах; формалізація нелінійної просторової функції поширення ультразвуку в гетерогенному середовищі з урахуванням початкових і граничних умов та відповідна імітаційна модель; встановлені закономірності зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого керування технологічними агрегатами та вихідними розподіленими характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках; динамічна модель взаємопов'язаних процесів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, що функціонують в умовах невизначеності.

Корисними методичними і технічними напрацюваннями є такі результати: спосіб формування керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання; способи структурної та параметричної ідентифікації математичної моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва, що функціонують в умовах невизначеності.

3.4. Довести наукову новизну результатів на основі їх змістовного порівняння з існуючими аналогами у світовій науці, посилаючись на конкретні публікації. Список цих публікацій навести у Додатку 1. Довести переваги отриманих наукових результатів над аналогами, розмежуватись із суміжними науковими напрацюваннями світової спільноти вчених: Наукова новизна наведених вище положень полягає у тому, що:

- метод оптимізації сепараційних характеристик взаємопов'язаних технологічних збагачувальних агрегатів, що переробляють декілька мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, на основі формування та імітаційного моделювання поширення керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання у залізорудній пульпі у процесі керування, в основі якого знаходиться застосування підходу до узгодженого формування керуючих впливів із урахуванням розподілення у просторі і часі вихідних змінних об'єкта керування відрізняється від відомих [1-2] тим, що динамічні властивості системи оптимізуються локальними контурами керування;
- нелінійна просторова функція та імітаційна модель поширення ультразвукового випромінювання у гетерогенному середовищі у комплексі із закономірностями зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого керування технологічними агрегатами та вихідними розподіленими характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках лінії переробки: крупності, вмісту корисного компонента у класах крупності та інших, відрізняються від відомих [7-10] тим, що пов'язують показники декількох пов'язаних

технологічних збагачувальних агрегатів, що дозволяє підвищити адекватність математичних моделей сепараційних характеристик зазначених агрегатів відповідним технологічним процесам;

- математичні моделі сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів в умовах технологічної лінії з перероблення декількох мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини відрізняється від відомих [3-4,8] тим, що враховують розподілення декількох взаємопов'язаних характеристик рудного матеріалу (функцій розподілу корисного компоненту за гранулометричною характеристикою) у часі та просторі;

- метод параметричної ідентифікації сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів у процесах збагачувального виробництва відрізняється від відомих [5-10] тим, що ґрунтується на непрямих показниках функціонування стадій перероблення рудного матеріалу, одержаних на основі ультразвукових і радіометричних методах неруйнівного контролю;

- метод узгодженого формування сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів в умовах процесів збагачувального виробництва відрізняється від відомих [1-8] тим, що здійснює у певних точках технологічної лінії керований вплив високоенергетичного ультразвуку на залізорудну пульпу і використовує удосконалену динамічну модель процесів перероблення залізорудної сировини, що функціонують в умовах невизначеності, синтезовану на основі закономірностей зв'язків між керуючими впливами локальних систем керування технологічними агрегатами та вихідними розподіленими характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках лінії переробки.

4. ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ (до 50 рядків)

4.1. Обґрунтувати цінність результатів для світової та вітчизняної науки та для продовження фундаментальних та/або прикладних досліджень: Для сталого розвитку гірничорудних підприємств в умовах ринкових відносин необхідне постійне зниження собівартості та енергоємності технологічних процесів видобутку і переробки сировини. Ситуація ускладнюється також високою питомою енергоємністю виробництв, що складає п'яту частину собівартості продукції. У структурі енерговитрат гірничорудних підприємств частка рудозбагачувальної фабрики складає близько 20%. Щодо витрат електроенергії, то збагачувальне відділення є найбільш енергоємним і споживає близько 44% від споживаного на підприємстві обсягу. Оскільки енергоефективність та ресурсомісткість технологічних процесів переробки залізорудної сировини значною мірою визначається якістю автоматизованого керування, підвищення якості керування дозволить досягти позитивного ефекту щодо споживання енергетичних та інших видів ресурсів.

4.2. Довести цінність результатів для підготовки фахівців у системі освіти, зокрема фахівців вищої кваліфікації. Відокремити використання очікуваних результатів від науково-методичних завдань, що виконуються викладачами у межах їх основної педагогічної діяльності. Навести у Додатку 2 до цього Аногованого звіту теми досліджень магістрантів (студентів), аспірантів і докторантів, кількість місяців їх роботи за темою з оплатою: Результати виконання проекту використані для підготовки таких магістерських робіт: Гук Д. С. «Синтез нечіткої моделі технологічних процесів дроблення залізної руди», Малов В. В. «Формування узгодженого керування розподіленими технологічними процесами дроблення залізної руди»; Микитин О. В. «Формування нечіткого керування технологічними процесами класифікації залізорудної сировини»; Стеценко А. І. «Структурна та параметрична ідентифікація нечіткої моделі процесів розділення залізорудної сировини»; Тохтарь Ю. О. «Адаптивне керування взаємопов'язаними процесами переробки залізної руди на основі нечіткої моделі».

На основі результатів проекту підготовлено дисертації на здобуття наукового ступеня наукового ступеня доктора наук: Азарян В. А. «Технологіко-теоретичні засади управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів»; та кандидата наук: Равінська В. О. «Обґрунтування технології дезінтеграції рудних флокулоутворень і агрегатів при магнітно-флотаційному збагаченні магнетитових кварцитів».

5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ТЕМОЮ

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

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

Таблиця 2

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; <u>підкреслити</u> <u>прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
1	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , Paraniuk D., Sulyma T. Adaptive control of drilling by identifying parameters of object model under nonstationarity conditions. Mining of Mineral Deposits. 2020. Vol. 14(1). P. 100-106. DOI:10.33271/mining14.01.100.	Scopus
2	Porkuian O., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> Measurement of the ferromagnetic component content in the ore suspension solid phase. Ultrasonics, 2020. Vol. 105. P. 1-5.	Scopus
3	Porkuian O., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Serdyuk O.</u> Predictive control of the iron ore beneficiation process based on the Hammerstein hybrid model. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Vol. 13(4). P. 262 270.	Scopus
4	<u>Morkun V. S.</u> , <u>Morkun N. V.</u> , <u>Tron V. V.</u> , Sulyma T. S. Synthesizing models of nonlinear dynamic objects in concentration on the basis of Volterra-Laguerre structures. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2020. Vol. 2. P. 30-36. DOI: 10.33271/nvngu/2020-2/030.	Scopus
5	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , <u>Hryshchenko S.</u> Study of the Lamb waves propagation along a plate in contact with a randomly inhomogeneous heterogeneous medium. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(5-91). P. 18-27. DOI: https://doi.org/10.15587/1729%2D4061.2018.124057	Scopus
6	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , <u>Hryshchenko S.</u> Synthesis of robust controllers for the control systems of technological units as iron ore processing plants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(2-91), P 37-47. DOI: https://doi.org/10.15587/1729%2D4061.2018.119646	Scopus
7	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> Estimation of the crushed ore particles density in the pulp flow based on the dynamic effects of high-energy ultrasound. Archives of Acoustics. 2018. Vol. 43, Iss. 1, P. 61-67. DOI: http://dx.doi.org/10.24425%2F118080	Scopus
8	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Tron V.V.</u> , Dotsenko, I.A. Adaptive control system for the magnetic separation process. Sustainable Development of Mountain Territories. 2018. Vol. 10(4). P. 545-557. URL: http://naukagor.ru/en%2Dggb/Articles/ArtMID/2518/ArticleID/2908/	Scopus
9	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> Estimation of the crushed ore particles density in the pulp flow based on the dynamic effects of high-energy ultrasound. Archives of Acoustics. 2018. Vol. 43. Iss. 1. P. 61-67. DOI: http://dx.doi.org/10.24425%2F118080	Scopus
10	Golik V.I., Komashchenko V.I., <u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Hryshchenko S.M.</u> Energy saving in mining production. Nauka innov. 2018. Vol. 14(3). P. 33-45. DOI: https://doi.org/10.15407/scin14.03.033	Scopus
11	<u>Morkun V. S.</u> , <u>Morkun N. V.</u> , <u>Hryshchenko S. M.</u> , <u>Tron V. V.</u> Synthesis of the noise immune algorithm for adaptive control of ore concentration. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2018. Vol. 3, P. 183-190. DOI: https://doi.org/10.15588/1607%2D3274%2D2018%2D3%2D20	Scopus

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; підкреслити прізвища авторів , зазначених у списку виконавців	Наукометр. база даних
12	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , <u>Hryshchenko S.</u> , <u>Serdiuk O.</u> , <u>Dotsenko I.</u> Basic regularities of assessing ore pulp parameters in gravity settling of solid phase particles based on ultrasonic measurements. Archives of Acoustics. 2019. Vol. 44(1). P. 161-167. DOI: http://dx.doi.org/10.24425%2Faoa.2019.126362	Scopus
13	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Tron V.V.</u> , <u>Hryshchenko S.M.</u> , <u>Brovko D.V.</u> , <u>Paranyuk D.I.</u> , <u>Serdyuk A.Y.</u> Evaluation of particle density of pulp solid phase using gamma-ray and Lamb waves measuring channels. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2019. Vol. 330(2). P. 19-33. DOI https://doi.org/10.18799/24131830/2019/2/88	Scopus
14	<u>Morkun V.</u> , <u>Kotov I.</u> Intellectualization of emergency control of power systems on the basis of incorporated ontologies of knowledge-bases. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 86-94. URL: http://www.acta.mechanica.pb.edu.pl/volume/vol13no2/12_2018_053_MORKUN_KOTOV.pdf	Scopus
15	<u>Golik V.</u> , <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Investigation of mechanochemical leaching of non-ferrous metals. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 113-123. URL: http://www.acta.mechanica.pb.edu.pl/volume/vol13no2/16_2018_058_GOLIK_MORKUN_MORKUN_TRON.pdf	Scopus
16	<u>Golik V.</u> , <u>Mitsik M.</u> , <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Transportation of concentration and leaching tailings in underground mining of metal deposits. Mining of Mineral Deposits. 2019. 13(2). P. 111-120. URL: http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/154108 .	Scopus
17	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Tron V.V.</u> , <u>Hryshchenko S.M.</u> , <u>Suvorov O. I.</u> , <u>Paraniuk D.I.</u> , <u>Serdiuk O.J.</u> Reducing dimension of spatio-temporal models of nonlinear dynamic processes of iron ore raw materials enrichment. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2019. Vol. 330(12), c. 151-167. DOI: 10.18799/24131830/2019/12/2416.	Scopus
18	<u>Golik V.</u> , <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Gaponenko I.</u> Improvement of hole drilling technology for ore drawing intensification. Mining of Mineral Deposits. 2018. Vol. 12(3). P. 63-70. URL: https://doi.org/10.15407/mining12.03.063 .	Scopus

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

Таблиця 3

№	Повні дані про статті та тези доповідей з веб-адресою електронної версії; підкреслити прізвища авторів , які належать до списку виконавців	Наукометр. база даних
1	<u>Morkun V.S.</u> , <u>Morkun N.V.</u> , <u>Pikilnyak A.V.</u> Augmented reality as a tool for visualization of ultrasound propagation in heterogeneous media based on the k-space method. CEUR Workshop Proceedings. 2020. Vol. 2547. P. 81-91.	Scopus
2	<u>Golik V.</u> , <u>Stas G.</u> , <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Gaponenko I.</u> Study of rock structure properties during combined stopping and development headings. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 166. 03006.	Scopus

№	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
3	Golik V., Razorenov Y., <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> Sustainable development of mining processes based on mechanochemical leaching of ore. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 166. 03004.	Scopus
4	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Pikilniak A.</u> , <u>Podgorodetskiy N.</u> , <u>Haponenko I.</u> , <u>Davidovich A.</u> Simulation of crushed ore particles motion in the pulp under the influence of high-energy ultrasound dynamic effects. IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2020 Proceedings. 2020. P. 771-774. DOI: 10.1109/ELNANO50318.2020.9088925	Scopus
5	<u>Porkuan O.</u> , <u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , <u>Tron V.</u> , <u>Haponenko I.</u> , <u>Davidovich A.</u> Influence of the magnetic field on Love waves propagation in the solid medium. 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2020 Proceedings. 2020. P. 761-766. DOI: 10.1109/ELNANO50318.2020.9088802.	Scopus
6	<u>Morkun V.</u> , <u>Kravchenko O.</u> Adaptive control over ultrasonic cleaning of mining equipment. E3S Web of Conferences, 2020, 201, 01005. DOI: 10.1051/e3sconf/202020101005	Scopus
7	<u>Morkun N.</u> , <u>Zavsiehdashnia I.</u> , <u>Serdiuk O.</u> , <u>Kasatkina I.</u> Identification of models of nonlinear dynamic processes in mining on the basis of Volterra nuclei. E3S Web of Conferences, 2020, 201, 01028. DOI: 10.1051/e3sconf/202020101028	Scopus
8	<u>Tron V.</u> , <u>Haponenko A.</u> , <u>Haponenko I.</u> , <u>Paranyuk D.</u> Borehole logging based on ultrasonic measurements E3S Web of Conferences, 2020, 201, 01025	Scopus

5.3. Перелік опублікованих за темою статей у виданнях, що входять до переліку фахових видань України (окремо статті у журналах, що рекомендовані секціями Наукової ради МОН), а також статей у закордонних журналах, які не увійшли до п.5.1 і 5.2 та охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності:

Таблиця 4

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії, або вихідні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
1	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Котов І.А.</u> Формування оцінки економічної ефективності інтелектуалізації оперативного управління нормальним режимом енергосистеми на основі інкорпорації професійних онтологій. Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. 2020. Вип. 50. С. 3-9.
2	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Кравченко О.М.</u> Моделювання процесу очищення виробів складної конфігурації високоенергетичним ультразвуком. Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. 2020. Вип. 50. С. 62-68.
3	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> , <u>Тронь В.В.</u> , <u>Гапоненко А.А.</u> , <u>Гапоненко І.А.</u> , <u>Паранюк Д.І.</u> Аналіз процесу поширення ультразвукових хвиль в гірській породі для обґрунтування акустичного каротажу бурових свердловин. Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. 2020. Вип. 50. С. 99-106.
4	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Кравченко О.М.</u> Моделювання параметрів ультразвукового поля в процесі очищення виробів складної конфігурації. Гірничий вісник : наук.-тех. зб. 2020. Вип. 107. С. 3-10.
5	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Пікільняк А.В.</u> Дослідження динаміки газових бульбашок у процесі флотації рудної пульпи, Гірничий вісник : наук.-тех. зб. 2020. Вип. 107. С.48-53.

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії, або вихідні дані про охоронні документи; підкреслити прізвища авторів, зазначених у списку виконавців
6	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Гапоненко А. А., Гапоненко І. А., Паранюк Д. І.</u> Методи оптимізації процесу буріння свердловин. Гірничий вісник : наук.-тех. зб. 2020. Вип. 107. С. 96-101.
7	<u>Моркун В.С.,</u> Кравченко О.М. Основні напрямки вдосконалення керування процесом ультразвукового очищення. Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. 2019. Вип.49. С. 3-9.
8	<u>Моркун В. С., Тронь В. В., Равінська В. О.</u> Ультразвукова дезінтеграція рудних флокулоутворень перед флотаційним збагаченням залізної руди. Качество минерального сырья : сб. науч. тр. 2018. Т. 2. С. 101-109. URL: http://lib.ktu.edu.ua/?page_id=10108
9	<u>Моркун В. С., Тронь В. В., Паранюк Д. И.</u> Оптимизация нейро-нечетких структур в системе управления процессом бурения с учетом типа породы. Качество минерального сырья : сб. науч. тр. 2018. Т. 2. С. 6-13. URL: http://lib.ktu.edu.ua/?page_id=10108
10	<u>Моркун В. С., Губін Г. В., Олійник Т. А., Тронь В. В., Равінська В. О.</u> Моделювання впливу ультразвукового сигналу в середовищі для розробки нової технології рудопідготовки залізорудної сировини. Збагачення корисних копалин. 2018. Вип. 69 (110). С. 95-109. URL: http://zzkk.nmu.org.ua/index.php/uk/arkhiv%2Dzhurnalu
11	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Сердюк О. Ю.</u> Формування сепараційної характеристики процесу згущення рудної сировини на основі методу модельного прогнозуючого керування. Гірничий вісник: зб. наук праць. 2019. Вип. 105. С. 8-13. URL: http://iomining.in.ua/ua/homeua/journal/#archive
12	<u>Моркун В.С.,</u> Бурнасов П. В. Система автоматизованого суб'єктно-орієнтованого керування навчальним процесом ВНЗ. Качество минерального сырья : сб. науч. тр. 2018. Т. 2. С. 369-379. URL: http://lib.ktu.edu.ua/?page_id=10108
13	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Сердюк О.Ю.</u> Використання високоенергетичного ультразвуку для оцінки параметрів процесу осадження часток твердої фази пульпи. Вісник Криворізького національного університету: зб. наук праць. 2019. Вип. 48. С. 3-7. URL: http://visnykknpu.com.ua/ua/journal/#2019
14	<u>Моркун В. С., Тронь В. В., Гапоненко И. А., Паранюк Д. И.</u> Идентификация структуры горной породы в процессе бурения на основе ультразвуковых измерений. Гірничий вісник : науково-технічний збірник. Вип. 104. 2018. с. 81-87. URL: http://iomining.in.ua/ua/homeua/journal/#archive
15	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Сердюк О.Ю., Тронь В.В., Грищенко С.М.</u> Спосіб автоматичного контролю параметрів процесу осадження часток твердої фази рудної суспензії в дешламаторі : пат. 139759 Україна : МПК (2020.01) B01D 21/00, B03B 13/00; опубл. 27.01.2020, Бюл. №2. 3 с.
16	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Тронь В.В., Сердюк О.Ю., Пилипенко О.В.</u> Спосіб автоматичного керування процесом збагачення феромагнітних рудних корисних копалин : пат. 141592 Україна : МПК (2020.01) B03B 13/00; опубл. 27.04.2020, Бюл. №8. 4 с.
17	<u>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Паранюк Д. І., Гапоненко І. А.</u> Спосіб керування процесом буріння свердловин в гірському масиві із феромагнітних порід : пат. 132689 Україна : МПК E21B 44/00; заявл. 23.08.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. №5.
18	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Сердюк О.Ю.</u> Спосіб автоматичного керування роботою дешламатора : пат. 132345 U МПК (2019.01) B01D 21/00 B03B 13/00.. Опубл. 25.02.2019, Бюл. №4.
19	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В., Тронь В.В., Паранюк Д.І., Сердюк О.Ю.</u> Спосіб автоматичного контролю характеристик феромагнітних гірських порід в процесі буріння свердловин в гірському масиві : пат 132691 U МПК (2019.01) E21B 44/00. E21B 47/13 (2012.01). - Опубл.

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії, або вихідні дані про охоронні документи; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
	11.03.2019, Бюл. №5.
20	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> , <u>Сердюк О.Ю.</u> , <u>Тронь В.В.</u> , Сулима Т.С. Спосіб автоматичного керування роботою дешламатора : пат. 137455 U МПК (2019.01) B01D 21/00. Опубл. 25.10.2019, Бюл. №20.
21	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> , <u>Тронь В.В.</u> , <u>Сердюк О.Ю.</u> , <u>Пилипенко О.В.</u> Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази рудної суспензії : пат 137901 U МПК (2019.01) B03B 13/00. Опубл. 11.11.2019, Бюл. №21.
22	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> , <u>Тронь В.В.</u> , Паранюк Д. І., <u>Суворов О. І.</u> Спосіб визначення характеристик феромагнітних гірських порід в процесі буріння свердловин в гірському масиві : пат. 132692 Україна : МПК E21B 49/00, G01N 27/72; заявл. 23.08.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. №5.
23	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> , <u>Тронь В.В.</u> , Паранюк Д. І., <u>Грищенко С. М.</u> Спосіб керування процесом буріння свердловин в гірському масиві із феромагнітних порід : пат. 132690 Україна : МПК E21B 44/00, E21B 47/0228, E21B 47/13; заявл. 23.08.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. №5.
24	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази рудної суспензії : пат. 141720 Україна : МПК (2020.01) G01N 29/00; опубл. 27.04.2020, Бюл. №8. 3 с.
25	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> Спосіб автоматичного керування процесом збагачення рудних корисних копалин : пат. 141721 Україна : МПК (2020.01) E21C 41/00, B07B 1/00; опубл. 27.04.2020, Бюл. №8. 4 с.
26	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> Спосіб автоматичного контролю параметрів твердої фази феромагнітної рудної суспензії : пат. 141987 Україна : МПК (2020.01) G01N 29/00; опубл. 12.05.2020, Бюл. №9. 3 с.
27	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> Спосіб автоматичного керування процесом збагачення рудних корисних копалин : пат. 141988 Україна : МПК (2020.01) E21C 41/00, B07B 1/00; опубл. 12.05.2020, Бюл. №9. 4 с.

5.4. Перелік опублікованих монографій відповідно до таблиці 5:

Таблиця 5

№	Повні дані про монографії; <u>підкреслити прізвища авторів</u> , зазначених у списку виконавців
1	<u>Morkun V.</u> , <u>Morkun N.</u> , Pikilnyak A. The propagation of ultrasonic waves in gas-containing suspensions. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2019. 130 p.
2	<u>Morkun V.</u> , <u>Semerikov S.</u> , <u>Hryshchenko S.</u> Method of using geoinformation technologies in mining engineers' training. Newcastle: Cambridge Scholar Publishing, 2018. 205 p.
3	<u>Моркун В.С.</u> , <u>Моркун Н.В.</u> Адаптивна система управління процесом магнітної сепарації залізної руди на базі засобів ультразвукового контролю. – Кривий Ріг: КНУ, 2019. - 159 с.
4	<u>Моркун В.С.</u> , Котов І.А. Моделі інкорпорації професійних онтологій для інтелектуалізації управління режимами енергосистем. Кривий Ріг: Редакційно-видавничий відділ ДВНЗ «КНУ», 2020. 210 с.

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

Таблиця 6

№	Повні дані про підручники, навчальні посібники, словники, довідники; підкреслити прізвища авторів, зазначених у списку виконавців
1	<u>Моркун Н.В., Завсегдашня І.В.</u> Управління IT-проектами в умовах гірничо-металургійного комплексу: навчальний посібник. Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2018. 238 с.
2	Підготовка і захист дисертації на здобуття наукового ступеня у галузі технічних наук: Інформ.-довідк. посіб. / Автори-упорядники: <u>В. С. Моркун</u> , М. І. Ступнік, <u>В. В. Тронь</u> . – Кривий Ріг, 2019. – 110 с.

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

Таблиця 7

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

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

Таблиця 8

№	ПІБ виконавців	Назва дослідження за грантом	Фінансування, тис. гривень
1	<u>Моркун В. С.</u>	Підготовчий грант CE-SPIRE-03-2018 по проекту за програмою Horizon 2020 Energy and resource flexibility in highly energy intensive industries. http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/ce%2Dspire%2D03%2D2018.html	€ 1,2 тис. = ₴ 29 тис.
2	<u>Моркун Н. В.</u> <u>Завсегдашня І. В.</u> <u>Тронь В. В.</u> <u>Сердюк О. Ю.</u>	Міжнародний проект ERASMUS+ «Development of practically-oriented student-centred education in the field of modelling of Cyber-Physical Systems, CybPhys» https://cybphys.rtu.lv/ . 609557-EPP-1-2019-1-LV-EPPKA2-CBHE-JP -CBHE	€ 831 660 27 307 416,11 грн

6. ВИКОНАВЦІ ДОСЛІДЖЕННЯ (з оплатою в межах дослідження)

- доктори наук: 4, кандидати наук: 14;
 - молоді вчені до 35 років: 2, з них кандидатів: 1, докторів: 0, докторантів: 0; аспірантів: 0
 - наукові працівники без ступеня: 5;
 - інженерно-технічні кадри: 3, допоміжний персонал: 2; студенти: 5.
- Р а з о м : 33.

Виконавці дослідження (з оплатою в межах дослідження)

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
1	Равінська Віта Олегівна	канд. техн. наук	без звання	Молодший науковий співробітник. Криворізький національний університет	41
2	Суворов Олександр Іванович	без ступеня	без звання	старший викладач кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	42
3	Гапоненко Ірина Анатоліївна	канд. техн. наук	без звання	Старший науковий співробітник НДЧ. Криворізький національний університет	30
4	Грищенко Світлана Миколаївна	канд. пед. наук	старш. дослідник (старш. наук. співроб.)	зав. аспірантурою та докторантурою. Криворізький національний університет	42
5	Дворніков Володимир Андрійович	канд. техн. наук	доц.	доцента кафедри прикладної механіки та загальноінженерних дисциплін.. Криворізький національний університет	83
6	Єфіменко Людмила Іванівна	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	73
7	Азарян Володимир Альбертович	д-р техн. наук	проф.	Доцент кафедри відкритих гірничих робіт. Криворізький національний університет	55
8	Завсегдашня Ірина Валентинівна	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	37
9	Ільченко Олександр Володимирович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри електромеханіки. Криворізький національний університет	70
10	Пилипенко Олексій Вячеславович	без ступеня	без звання	асистент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	36
11	Іванов Євген Георгійович	канд. техн. наук	доц.	провідний науковий співробітник. Криворізький національний університет	75
12	Кривенко Андрій Юрійович	канд. техн. наук	без звання	старший викладач кафедри збагачення корисних копалин і хімії. Криворізький національний університет	36
13	Касаткіна Ірина Віталіївна	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті. Криворізький національний університет	69
14	Моркун Наталя Володимирівна	д-р техн. наук	проф.	зав. кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	41
15	Мельниченко Наталя Петрівна	канд. техн. наук	доц.	доцента кафедри прикладної механіки та загально інженерних дисциплін..	63

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік
				Криворізький національний університет	
16	Олійник Тетяна Анатоліївна	д-р техн. наук	проф.	Завідувач кафедри збагачення корисних копалин і хімії. Криворізький національний університет	56
17	Потапова Людмила Георгіївна	без ступеня	без звання	провідний фахівець науково-виробничого відділу науково-дослідної частини. Криворізький національний університет	65
18	Пижик Анатолій Миколайович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри відкритих гірничих робіт. Криворізький національний університет	67
19	Сердюк Олена Вікторівна	без ступеня	без звання	Інженер I кат. каф.автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	56
20	Сердюк Олександра Юріївна	без ступеня	без звання	Асистент каф. автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	30
21	Тиханський Михайло Петрович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	59
22	Тронь Віталій Валерійович	канд. техн. наук	доц.	доцент кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій. Криворізький національний університет	35
23	Іванов Олег Євгенович	без ступеня	без звання	інженер I кат. НДЧ . Криворізький національний університет	46

Рішення вченої (наукової, науково-технічної) ради від "26" січня 2021р., протокол № 6 щодо завершення дослідження

Керівник дослідження

Моркун В.С.

Проректор з наукової роботи

Володимир МОРКУН
(ініціали, прізвище)

МП

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

№	Повні дані про статті
1	Sangani Ashok S. Attenuation of Sound in Concentrated Suspensions: Theory and Experiments / Sangani Ashok S., Spelt Peter D.M., Norato Michael A., Greenwood Margaret S. // Biomedical and Chemical Engineering, Paper 17, 2001.
2	Mast T. D. A k-space method for large-scale models of wave propagation in tissue / [T. D. Mast, L. P. Souriau, D.-L. Liu et al.] // IEEE Trans.Ultrason., Ferroelect., Freq.Contr. 48(2), 2001. – P. 341-354.
3	Mast T. D. Simulation of ultrasonic pulse propagation, distortion, and attenuation in the human

№	Повні дані про статті
	chest wall / D. Mast, L. M. Hinkelman, L. A. Metlay, M. J. Orr, and R. C. Waag // J. Acoust. Soc. Am. 106, 1999. – V.106, №6. – P. 3665-3677.
4	Magdi S. Mahmoud. Decentralized Systems with Design Constraints / Magdi S. Mahmoud. – London: Springer, 2011. – 576 p.
5	Guidoum A. C. (2013) Kernel Estimator and Bandwidth Selection for Density and its Derivatives / University of Science and Technology Houari Boumediene
6	Kris De Brabanter, Jos De Brabanter, Johan A.K. Suykens, Joos Vandewalle, Bart De Moor (2012) Robustness of Kernel Based Regression: Influence and Weight Functions / Neural Networks (IJCNN), The 2012 International Joint Conference. – pp. 1-8.
7	М.П. Кузнецов, А.А. Мафусалов, Н.К. Животовский, Е.Ю. Зайцев, Д.С. Сунгуров (2011) Сглаживающие алгоритмы прогнозирования / Машинное обучение и анализ данных, 2011. Т. 1, №1. – С. 104-112.
8	Volosencu C. Identification of Non-Linear Systems, Based on Neural Networks, with Applications at Fuzzy Systems // Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Automation & Information. Prague, Czech Republic — March 23 - 25, 2009 – P. 387-395.
9	Shing-Jen Wu, Hsin-Han Chiang, Han-Tsung Lin, Tsu-Tian Lee. Neural-network-based optimal fuzzy controller design for nonlinear systems // Fuzzy Sets and Systems, 2005. Vol. 154. P. 182-207
10	Babuska R. System identification using fuzzy models // Control systems, robotics and automation. 2009. P. 159-184.

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

№ з/п	ПІБ	Статус	Назва досліджень	Кількість місяців роботи з оплатою
1	Гук Д. С.	магістрант	Синтез нечіткої моделі технологічних процесів дроблення залізної руди	1
2	Малов В. В.	магістрант	Формування узгодженого керування розподіленими технологічними процесами дроблення залізної руди	1
3	Микитин О. В.	магістрант	Формування нечіткого керування технологічними процесами класифікації залізничної сировини	1
4	Стеценко А. І.	магістрант	Структурна та параметрична ідентифікація нечіткої моделі процесів розділення залізничної сировини	1
5	Тохтарь Ю. О.	магістрант	Адаптивне керування взаємопов'язаними процесами переробки залізної руди на основі нечіткої моделі	1

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

№	Назви статей та їх анотації
1	<u>Morkun V., Morkun N., Tron V., Paraniuk D., Sulyma T.</u> Adaptive control of drilling by identifying parameters of object model under nonstationarity conditions. Mining of Mineral Deposits. 2020. Vol. 14(1). P. 100-106. DOI:10.33271/mining14.01.100. Метою роботи є дослідження і синтез адаптивного керування процесом буріння в умовах

№	Назви статей та їх анотації
	нестационарності на основі ідентифікації параметрів моделі об'єкта. В умовах показників процесу буріння свердловин, що досить швидко змінюються, використана стратегія дворівневого адаптивного управління, яка полягає в одночасному дослідженні процесу буріння й керуванні даним процесом. При цьому в структуру системи керування додатково включено блок формування моделі на основі інформації про непрямі ознаки. Розглянуто метод пошуку екстремуму стосовно об'єкта, динаміка якого описується лінійним диференціальним рівнянням першого порядку. Метод дозволяє по початковій ділянці перехідного процесу в об'єкті, викликаного зміною вхідного сигналу на заданий крок, визначити стале значення вихідного сигналу об'єкта. Пропонований алгоритм перешкодозахищеної ідентифікації дозволяє оцінити величину коефіцієнта передачі об'єкта керування в умовах дії випадкових перешкод. Отримана інформація використовується для ефективного налаштування коефіцієнта посилення регулятора у замкнутій системі автоматичного керування технологічним процесом буріння. Запропоновані структура і алгоритм керування процесом буріння, що дозволять підвищити ефективність процесу буріння свердловин, забезпечивши оптимальну механічну швидкість буріння шляхом визначення відповідних значень частоти обертів і осьового навантаження породоруйнуючого інструменту.
2	Porkuian O., <u>Morkun V.</u>, <u>Morkun N.</u> Measurement of the ferromagnetic component content in the ore suspension solid phase. Ultrasonics, 2020. Vol. 105. P. 1-5. Розроблено метод визначення вмісту ферромагнітних компонентів у твердій фазі рудної суспензії. Запропонований спосіб дозволяє визначити об'ємні частки твердої фази та магнітної складової в пульпі за результатами вимірювань інтенсивності хвиль Лав та магнітної проникності пульпи. Не потрібно знати інтенсивність хвилі на виході джерела ультразвуку. Представлені результати розрахунку коефіцієнта ослаблення залежно від об'ємної частки твердої фази в пульпі. Згідно з хімічним аналізом наводяться порівняльні результати вимірювань вмісту ферромагнітних компонентів у пульпі.
3	Porkuian O., <u>Morkun V.</u>, <u>Morkun N.</u>, <u>Serdyuk O.</u> Predictive control of the iron ore beneficiation process based on the Hammerstein hybrid model. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Vol. 13(4). P. 262 270. Нелінійні, динамічні, нестационарні властивості характеризують об'єкти лінії збагачення залізної руди. Тому для їх наближення доцільно використовувати моделі класу Гаммерштейна. В результаті порівняння трьох моделей Гаммерштейна: простої, паралельної та рекурсивно-паралельної було показано, що найкращий результат для ідентифікації розглянутих процесів магнітного збагачення залізної руди за критерієм мінімальної похибки був отриманий за допомогою рекурсивно-паралельної функції Гаммерштейна модель. Отже, це рекомендується для ідентифікації об'єктів збагачення виробництва.
4	<u>Morkun V. S.</u>, <u>Morkun N. V.</u>, <u>Tron V. V.</u>, Sulyma T. S. Synthesizing models of nonlinear dynamic objects in concentration on the basis of Volterra-Laguerre structures. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2020. Vol. 2. P. 30-36. DOI: 10.33271/nvngu/2020-2/030. Встановлено, що при синтезі моделей нелінійних динамічних об'єктів збагачувального виробництва доцільно використовувати структури Вольєрра, при цьому помилка моделювання не перевищує 0,039 при середньоквадратичному відхиленні 0,0594. Використання проєціювання моделей Вольєрра на ортонормовані базисні функції дозволило спростити процес параметризації та знизити чутливість моделей до шумів. Показано, що з ортонормованих функцій доцільно застосувати функції Лагерра. Зазначене дозволяє мінімізувати кількість параметрів моделей у процесі ідентифікації. Наукова новизна. Удосконалено метод ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів збагачувального виробництва на основі просторово-часової моделі Вольєрра, який відрізняється від наявних тим, що для підвищення робастності моделі Вольєрра до шумів здійснене її проєціювання на набір ортонормованих базисних функцій Лагерра.
5	<u>Morkun. V.</u>, <u>Morkun. N.</u>, <u>Tron. V.</u>, <u>Hryshchenko. S.</u> Study of the Lamb waves propagation along

№	Назви статей та їх анотації
	a plate in contact with a randomly inhomogeneous heterogeneous medium. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(5-91). P. 18-27. DOI: https://doi.org/10.15587/1729%2D4061.2018.124057 Представлені результати дослідження впливу характеристик неоднорідною гетерогенного середовища на параметри процесу поширення хвиль Лемба по пластині, що контактує з цим середовищем. Розглянуто вплив параметрів досліджуваного середовища на величину загасання хвиль Лемба. Встановлено, що в'язкість рідини і швидкість потоку не впливають на процес поширення хвиль Лемба. Отримані результати можуть бути використані при розробці методів і засобів контролю параметрів газовмісних суспензій
6	<u>Morkun, V., Morkun, N., Tron, V., Hryshchenko, S.</u> Synthesis of robust controllers for the control systems of technological units as iron ore processing plants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(2-91), P 37-47. DOI: https://doi.org/10.15587/1729%2D4061.2018.119646 Для керування процесами збагачувального виробництва в умовах зміни параметрів технологічних агрегатів, як об'єктів керування, досліджено можливість застосування робастних регуляторів. Встановлено, що за показниками номінальної і робастної якості керування доцільним є застосування робастного μ-регулятора, для зниження порядку якого виконано апроксимація з застосуванням Ганкелевої норми.
7	<u>Morkun, V., Morkun, N.</u> Estimation of the crushed ore particles density in the pulp flow based on the dynamic effects of high-energy ultrasound. Archives of Acoustics. 2018. Vol. 43, Iss. 1, P. 61-67. DOI: http://dx.doi.org/10.24425%2F118080 Розглянуто метод автоматичного вимірювання густини рудних частинок в потоці пульпи шляхом вимірювання величини ослаблення ультразвукових коливань високої частоти, які пройшли фіксовану відстань у досліджуваному середовищі під впливом високоенергетичних ультразвукових динамічних ефектів. Представлено результати розрахунку параметрів ультразвукового поля та просторове моделювання впливу енергетичного тиску ультразвукового випромінювання на потік пульпи, а також результати моделювання траєкторії переміщення частинок руди трьох фракцій в потоці пульпи під впливом високоенергетичного ультразвуку.
8	<u>Morkun, V.S., Morkun, N.V., Tron, V.V., Dotsenko, I.A.</u> Adaptive control system for the magnetic separation process. Sustainable Development of Mountain Territories. 2018. Vol. 10(4). P. 545-557. URL: http://naukagor.ru/en%2Dggb/Articles/ArtMID/2518/ArticleID/2908/ Розроблена адаптивна система управління магнітним розділенням залізних руд дозволяє скоротити період пошуку об'єктивної функції контролю, підтримуючи оптимальне співвідношення виходу концентрату та класу, що міститься в умовах зміни якості вихідних руд та стану обладнання. Визначено умови та найкращі параметри пошуку екстремуму в системі адаптивного контролю за магнітним розділенням залізної руди при порушеннях і шумах у керованих сигналах. Їх можна досягти, коли відхилення статичних та динамічних характеристик від номінальних не перевищують $\pm 25\%$.
9	<u>Morkun V., Morkun N.</u> Estimation of the crushed ore particles density in the pulp flow based on the dynamic effects of high-energy ultrasound. Archives of Acoustics. 2018. Vol. 43. Iss. 1. P. 61-67. DOI: http://dx.doi.org/10.24425%2F118080 Розглянуто метод автоматичного вимірювання щільності рудних частинок у пульповому потоці шляхом вимірювання величини загасання високочастотних об'ємних ультразвукових коливань, які пройшли фіксовану відстань у досліджуваному середовищі під впливом високоенергетичних динамічних ефектів ультразвуку. Результати розрахунку параметрів ультразвукового поля та просторове моделювання впливу тиску ультразвукового випромінювання високої енергії на потік пульпи, а також результати моделювання траєкторії переміщення частинок руди трьох фракцій в потоці пульпи під впливом високоенергетичних представлено тиск ультразвукового випромінювання.
10	<u>Golik V.I., Komashchenko V.I., Morkun V.S., Morkun N.V., Hryshchenko S.M.</u> Energy saving in mining production. Nauka innov. 2018. Vol. 14(3). P. 33-45. DOI: https://doi.org/10.15407/scin14.03.033

№	Назви статей та їх анотації
	У дослідженні представлені результати промислового експерименту, спрямовані на заміну сполучних компонентів бетонних сумішей активованим доменним шлаком. Визначено кількісні показники та закономірності споживання електричної енергії, необхідні для активації компонентів сумішей, що встановлюються. Встановлено загальні закономірності ефективності механічної активації та сформульовано концепцію та алгоритм ефективного споживання енергії при активації відходів гірничого виробництва.
11	<u>Morkun V. S., Morkun N. V., Hryshchenko S. M., Tron V. V.</u> Synthesis of the noise immune algorithm for adaptive control of ore concentration. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2018. Vol. 3, P. 183-190. DOI: https://doi.org/10.15588/1607%2D3274%2D2018%2D3%2D20 Розроблено завадостійкий алгоритм адаптивного управління об'єктами зі змінними статичними та динамічними характеристиками на базі інформації про величину контрольованого параметру і швидкості його зміни в початковій стадії перехідних процесів в замкнутій САР. Виконано аналіз існуючих підходів і методів оптимізації управління процесом збагачення руди для обґрунтування актуальності, цілей і завдань досліджень. Методами аналітичного конструювання та комп'ютерного моделювання виконано синтез та аналіз алгоритму адаптації для локальних САР процесів збагачення руди.
12	<u>Morkun V., Morkun N., Tron V., Hryshchenko S., Serdiuk O., Dotsenko I.</u> Basic regularities of assessing ore pulp parameters in gravity settling of solid phase particles based on ultrasonic measurements. Archives of Acoustics. 2019. Vol. 44(1). P. 161-167. DOI: http://dx.doi.org/10.24425%2Faoa.2019.126362 У статті описано метод контролю відновленого класу на основі вимірювання інтенсивності об'ємних ультразвукових коливань та хвиль Лемба, що проходять фіксовану відстань через досліджуване середовище та у металевій пластині, що контактує з досліджуваним середовищем. Запропоновано метод визначення щільності частинок ґрунтової руди. Наведено залежності амплітуд вимірювальних каналів на основі об'ємних ультразвукових коливань та поверхневих хвиль Лемба, розподіл розмірів часток твердої фази пульпи для різних типів руд, що досліджуються.
13	<u>Morkun V.S., Morkun N.V., Tron V.V., Hryshchenko S.M., Brovko D.V., Paranyuk D.I., Serdyuk A.Y.</u> Evaluation of particle density of pulp solid phase using gamma-ray and Lamb waves measuring channels. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2019. Vol. 330(2). P. 19-33. DOI https://doi.org/10.18799/24131830/2019/2/88 Встановлено закономірності поширення гамма-випромінювання в випадково неоднорідних гетерогенних середовищах, а також хвиль Лемба по поверхнях, що контактують з цими середовищами, в процесі їх природного і спеціально організованого переміщення, що дозволяють визначити щільність частинок твердої фази, яка при відомій їх крупності і концентрації в контрольованому обсязі характеризує ступінь розкриття корисного компонента (мінералу). Розроблено схему пристрою контролю щільності твердої фази суспензій на основі отриманих закономірностей. Похибка вимірювань щільності частинок твердої фази пульпи складає 1-3%.
14	<u>Morkun V., Kotov I.</u> Intellectualization of emergency control of power systems on the basis of incorporated ontologies of knowledge-bases. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 86-94. URL: http://www.acta.mechanica.pb.edu.pl/volume/vol13no2/12_2018_053_MORKUN_KOTOV.pdf Дослідження стосується вдосконалення методів та систем управління інтегрованими енергосистемами (IPS) на основі інтелектуалізації підтримки прийняття рішень. Проводиться комплексний аналіз масштабних аварій на енергооб'єктах, визначаються їх причини та пошкодження. Існує обґрунтована актуальність баз знань про стан будівництва як основи для розвитку систем підтримки прийняття рішень в енергетиці. Основними пріоритетами дослідження є розробка методів побудови бази знань на основі моделей інтенсивності керуючих дій, що впливають на параметри умов енергосистеми та впровадження інтелектуальної системи в інформаційні контури автоматизованої системи управління диспетчеризацією (ADCS), а також оцінка практичні результати дослідження.

№	Назви статей та їх анотації
	Основні результати досліджень включають регресійні моделі чутливості системи харчування до керуючих дій, методи побудови бази знань на основі моделей матриць чутливості, структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, схему впровадження системи підтримки прийняття рішень у операційне середовище ADCS. Проблема побудови бази знань системи диспетчерської підтримки прийняття рішень на основі емпіричних даних, яка була результатом обчислення експериментів на системній діаграмі, вирішена. Дослідження конкретизує практичну ефективність запропонованих підходів та розроблених моделей.
15	Golik V., <u>Morkun V.</u>, <u>Morkun N.</u>, <u>Tron V.</u> Investigation of mechanochemical leaching of non-ferrous metals. Acta Mechanica et Automatica. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 113-123. URL: http://www.acta.mechanica.pb.edu.pl/volume/vol13no2/16_2018_058_GOLIK_MORKUN_MORKUN_TRON.pdf Дослідження стосується видобутку металу з руд поза сортом та концентрації хвостів. Наведені результати моделювання параметрів вилуговування реагентів металів у дезінтеграторі відповідно до коефіцієнта відновлення металу. Дослідження обґрунтовує метод безвідходної переробки хімічно відновлених руд. Відновлення металів у розчин є однаковим як при багаторазовому вилуговуванні хвостів або руди в дезінтеграторі, так і при перемішуванні вилуговування хвостів або руди, раніше активованих в дезінтеграторі вилуговувальними розчинами. Час вилуговування більше на два порядки, ніж час обробки дезінтегратора. На відновлення металів у розчині найбільше впливає вміст хлориду натрію в розчині.
16	Golik V., Mitsik M., <u>Morkun V.</u>, <u>Morkun N.</u>, <u>Tron V.</u> Transportation of concentration and leaching tailings in underground mining of metal deposits. Mining of Mineral Deposits. 2019. 13(2). P. 111-120. URL: http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/154108. Деталізовано розрахунок параметрів транспортування хвостів збагачення і вилуговування у примусовому режимі роботи вібропроводу в умовах довжини доставки, що перевищує можливості самопливу. Дано розрахункові схеми визначення втрат напору та критичної швидкості потоку гідросуміші альтернативними методами з ранжируванням за ступенем надійності. Наукова новизна. Сформульована основа нового методу управління показниками приготування та транспортування сумішей при комбінованій розробці родовищ шляхом зміни напору і швидкості подачі сумішей. Результати вирішення проблеми транспортування гідросумішей у режимі примусу шляхом спільного використання накопиченого виробничого досвіду та моделювання процесів доставки для умов комбінованої розробки родовищ дозволяють одержати комплексний еколого-економічний ефект.
17	<u>Morkun V.S.</u>, <u>Morkun N.V.</u>, <u>Tron V.V.</u>, <u>Hryshchenko S.M.</u>, <u>Suvorov O. I.</u>, Paraniuk D.I., <u>Serdiuk O.J.</u> Reducing dimension of spatio-temporal models of nonlinear dynamic processes of iron ore raw materials enrichment. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. 2019. Vol. 330(12), с. 151-167. DOI: 10.18799/24131830/2019/12/2416. Запропоновано вдосконалений підхід до моделювання складної системи процесів в умовах лінії збагачення руди як просторово-часових структур з розподіленими параметрами з урахуванням показників окремих технологічних стадій по всьому спектру гранулометричній характеристики переробляється руди. Для зниження розмірності моделей, представлених у вигляді розподілених структур об'єктів управління, які перетворюють зміст і вихід корисного компонента по всьому спектру гранулометричній характеристики руди, доцільно використовувати метод дифузних карт, при цьому помилка Семмона склала 2,6%.
18	Golik V., <u>Morkun V.</u>, <u>Morkun N.</u>, <u>Gaponenko I.</u> Improvement of hole drilling technology for ore drawing intensification. Mining of Mineral Deposits. 2018. Vol. 12(3). P. 63-70. URL: https://doi.org/10.15407/mining12.03.063. Складено схему взаємодії сил при бурінні у зруйнованому масиві свердловин з обсадкою. Досліджено характер взаємозв'язку швидкості проходки вертикальних і горизонтальних свердловин зі зміною осьового зусилля та їх довжини при різних модифікаціях бурового

№	Назви статей та їх анотації
	снаряду. Наукова новизна. Отримано нові закономірності зміни швидкості проходки свердловин залежно від комплексу технологічних параметрів буріння. Запропоновано модель опису можливості буріння свердловин по зруйнованому масиву й оптимізована конструкція снаряду для її реалізації. Практична значимість. Отримані закономірності визначають механічні та енергетичні показники буріння, які необхідні на стадії проектування при вирішенні питання щодо доцільності вилучення втрачених руд при вдосконаленні технології розробки родовищ із випуском втрачених руд.

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

№	Назви монографій та їх анотації
1	<u>Morkun V., Morkun N., Pikilnyak A.</u> The propagation of ultrasonic waves in gas-containing suspensions. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2019. 130 p. У цій книзі представлені результати досліджень у галузі автоматизованих систем моніторингу та контролю технологічних процесів гірничого виробництва. У ньому запропоновано перший математичний опис процесів поширення хвиль Лемба на поверхнях, що контактують з випадковим гетерогенним середовищем (суспензії, що містять газ). Це також перша книга, що досліджує аналітичні залежності значень загасання Лемба та об'ємних ультразвукових хвиль від кількості, розмірів, густини та інших характеристик різнорідних середовищ під час їх природних та спеціально організованих рухів.
2	<u>Morkun V., Semerikov S., Hryshchenko S.</u> Method of using geoinformation technologies in mining engineers' training. Newcastle: Cambridge Scholar Publishing, 2018. 205 p. Гірничі інженери або інженери гірничих робіт сьогодні займаються видобутком залізних, кольорових, рідкісних металів, марганцевих і уранових руд, вугілля та інших неметалічних корисних копалин. У сучасних умовах сталий розвиток гірничих підприємств став пріоритетним і вимагає проведення гірничих робіт згідно з прийнятими граничними значеннями викидів та положеннями радіаційної та екологічної безпеки, серед інших керівних принципів. Ця книга висвітлює проблему забезпечення екологічної компетентності майбутніх гірничих інженерів.
3	<u>Моркун В.С., Моркун Н.В.</u> Адаптивна система управління процесом магнітної сепарації залізної руди на базі засобів ультразвукового контролю. – Кривий Ріг: КНУ, 2019. - 159 с. Монографія присвячена питанням підвищення ефективності автоматичного управління процесами магнітного збагачення залізної руди, шляхом розробки теоретичної бази та адаптивної системи управління процесом магнітної сепарації, яка мінімізує час пошуку екстремуму характеристик динамічних об'єктів в умовах дії збурень і перешкод у контрольованих сигналах. Книга призначена для науковців, викладачів і студентів вищих навч. закладів та всіх, хто цікавиться питаннями застосування засобів автоматизації в процесах збагачення корисних копалин.
4	<u>Моркун В.С., Котов І.А.</u> Моделі інкорпорації професійних онтологій для інтелектуалізації управління режимами енергосистем. Кривий Ріг: Редакційно-видавничий відділ ДВНЗ «КНУ», 2020. 210 с. Представлено практичні результати оцінки економічної ефективності впровадження програмних засобів системи підтримки прийняття рішень оперативно-диспетчерського персоналу електроенергетичної системи. У статті розглянуті завдання комплексної оцінки середніх річних обсягів трудовитрат і фінансових витрат зміни оперативно-диспетчерського персоналу для варіантів без використання і з використанням програмного комплексу системи підтримки прийняття рішень, проведений розрахунок економічної ефективності розробки і впровадження комп'ютерних засобів системи підтримки прийняття рішень в середу автоматизованої системи диспетчерського управління електроенергетичної системи, заснованих на використанні інкорпорації професійних онтологій.

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

№	Назви дисертацій та їх анотації
1	<u>Азарян В. А.</u> Технологічно-теоретичні засади управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.15.03. Кривий Ріг, 2019. 376 с. Консультант Дисертацію присвячено вирішенню актуальної науково-практичної проблеми забезпечення обумовленого рівня якості та стабілізації амплітудних коливань вмісту корисного компонента рудопотоків гірничо-збагачувальних комбінатів шляхом генералізації управління якістю залізовмісної сировини фінальних рудопотоків ГЗК, яка виглядає як об'єднання всіх засобів контролю, сортування і мікширування руд в єдиний, технологічно домінуючий в масштабі всього комбінату комп'ютеризований комплекс, підпорядкований загальній цільовій алгоритмізації. В роботі проведено аналіз існуючих методів формування рудопотоків ГЗК та на його основі зроблено висновок, що відсутність достовірних відомостей про в.к.к. в забоях і в потоці значно знижує ефективність роботи систем гірничо-транспортної диспетчеризації, а відсутність каналів надійного зв'язку для оперативної передачі даних на центральний сервер мінімізує технологічну цінність відомостей про вміст в руді корисного компонента. Досліджено фактори та встановлено залежності точності контролю та ефективності управління якістю від властивостей гірничої маси та технологічних факторів в умовах відкритих розробок. Отримано залежності прогнозного прибутку гірничо-збагачувальних комбінатів від коливань якості фінальних рудопотоків. На основі теорії управління розроблено математичну модель формування рудопотоку залізрудного кар'єру з гарантованим діапазонним значенням вмісту корисного компоненту. Досліджено та обґрунтовано залежність впливу періоду опробування забоїв кар'єра на прибуток ГЗК. Теоретично обґрунтовано застосування мобільного дробильно-сортувального радіометричного комплексу як частини технології управління якістю рудопотоків та доведено, що його використання дозволяє отримати технологічний, економічний, енергозберігаючий та екологічний ефект за рахунок підвищення вмісту корисного компонента та стабілізації коливань якості фінального рудопотоку. Розроблено концептуальну та функціональну схему і виконано алгоритмізацію технології управління якістю залізовмісної сировини генералізованого комплексу рудопотоків ГЗК, яка охоплює весь технологічний комплекс гірничо-збагачувального комбінату та формує фінальний рудопоток як з власних, так й зовнішніх джерел. Удосконалено теорію оцінки ефективності управління якістю рудопотоків шляхом розробки комплексного критерію F1, розроблено алгоритм технологічного та економічного обґрунтування застосування технології управління якістю рудопотоків.
2	<u>Равінська В. О.</u> Обґрунтування технології дезінтеграції рудних флокулоутворень і агрегатів при магнітно-флотаційному збагаченні магнетитових кварцитів : дис. ... канд. техн. наук : 05.15.08. Кривий Ріг, 2019. 248 с. Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню закономірностей дезінтеграції рудних флокулоутворень і агрегатів при магнітно-флотаційному збагаченні магнетитових кварцитів за рахунок використання комбінації високоенергетичного ультразвуку в кавітаційному режимі та імпульсного магнітного поля спадної напруженості. Підвищення контрастності технологічних властивостей рудних і нерудних мінералів тонковкраплених і дуже тонковкраплених магнетитових кварцитів Кременчуцького залізрудного району та підвищення якості магнетитових концентратів обґрунтовуються формуванням чистої поверхні мінеральних частинок при дезінтеграції рудних флокул і мікронних техногенних зростків, що утворилися внаслідок адгезійних взаємодій у силових гідродинамічних, фізичних і магнітних полях як результат взаємного неселективного покриття зерен магнетиту, кварцу й силікатів тонкодисперсними частинками мінералів руди розміром 0,001–0,005 мм. Удосконалено технологію флотаційного доведення магнетитового концентрату ПрАТ «Полтавський ГЗК». За удосконаленою технологією флотаційного доведення магнетитових концентратів збільшено вихід товарного концентрату на 2,37–4,0 % та вилучення заліза загального в концентрат 3,25–3,45 % за рахунок очищення поверхні рудних і нерудних частинок від налипань перед флотацією

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

№	Назви досліджень за грантом та їх анотації
1	Підготовчий грант CE-SPIRE-03-2018 по проекту за програмою Horizon 2020 Energy and resource flexibility in highly energy intensive industries. http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/ce%2Dspire%2D03%2D2018.html Енергоємні галузі промисловості повинні адаптувати свої виробничі процеси і поодинокі операції до все більш стійкого, але сильно коливаючогося енергопостачання. З цією метою гнучкість енергії і ресурсів в європейській технологічній промисловості може бути поліпшена за рахунок розробки нових процесів з використанням більш ефективних потоків енергії, рекуперації тепла і потоків сировини зі змінними властивостями (включаючи нові або модифіковані матеріали, а також вторинну сировину та побічні продукти). Завдання полягає у встановленні синергетичної інтеграції на регіональному рівні між різними секторами виробництва, що призводить до оптимізації всієї системи виробництва і логістики, особливо з точки зору поставок енергії та сировини. Це повинно скоротити викиди і вплив на навколишнє середовище, зберігаючи при цьому конкурентоспроможність і безпеку роботи.
2	Міжнародний проект ERASMUS+ «Development of practically-oriented student-centred education in the field of modelling of Cyber-Physical Systems, CybPhys» https://cybphys.rtu.lv/. 609557-EPP-1-2019-1-LV-EPPKA2-CBHE-JP -CBHE CybPhys запровадить міждисциплінарну освітню програму з практико орієнтованого моделювання та моделювання КФС у фізичних, математичних та інженерних напрямках для високотехнологічних галузей на основі аналізу потреб ринку праці та у тісній співпраці з громадськими організаціями, високотехнологічними компаніями та науково-дослідними установами. Метою проекту є розроблення сучасних освітніх програм бакалаврів / магістрів для університетів Білорусі та України в галузі інноваційного моделювання та моделювання кібер-фізичних систем (КФС) для високотехнологічної галузі та науково-дослідних установ.

Керівник дослідження

МП

Моркун В.С.
(ініціали, прізвище)