

1. Підстава для виконання НДР

Результати конкурсу наукових проектів молодих вчених, Наказ Міністерства освіти і науки України від 03.10.2017 №1333, тематичний план науково-дослідних робіт, що фінансуються за рахунок коштів державного бюджету, затверджений Міністерством освіти і науки України

2. Мета та вихідні дані

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

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

Метою проекту є оптимізація технології й підвищення ефективності та якості автоматизованого керування бурінням свердловин у процесі видобутку залізозмісних руд, представлених мінералого-технологічними різновидами, шляхом визначення закономірностей змінення параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів та характеристик бурової установки і застосування даних закономірностей для оптимізації показників процесу буріння.

Аналіз стану досліджень тематикою проекту виявив значну кількість наукових праць, присвячених дослідженню закономірностей, математичному й імітаційному моделюванню та формалізації процесів буріння свердловин при видобутку та переробленні залізорудної сировини із застосування різних методів оперативного контролю параметрів процесів. Водночас, варто відзначити, що застосування згаданих методів і засобів потребує відповідного математичного апарату, який би дозволив здійснити формалізацію закономірностей зв'язків між параметрами процесу буріння та характеристиками мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, що утворюють гірничу породу. Для розроблення відповідного математичного апарату необхідно виконати дослідження й удосконалення математичних та імітаційних моделей процесів, що протікають у буровій установці та розробити

методи оперативного вимірювання і оброблення параметрів згаданих процесів. Одержані результати дозволять підвищити ефективність технології та методів керування процесом буріння свердловин у процесі видобутку залізовмісних руд із застосуванням інформації про геологічну структуру породи у процесів буріння.

3. Етапи роботи, термін виконання та кінцеві результати

Етапи роботи (рік)	Назва та зміст етапу	Очікувані результати етапу. Звітна документація.
1 01.10.2017- 31.12.2017	Аналіз та обґрунтування перспективних підходів до підвищення ефективності буріння у процесі видобутку та перероблення залізорудної сировини. Встановлення залежностей між геологічною структурою породи, що буриться у процесі видобутку залізорудної сировини та даними оперативного контролю процесу буріння.	<p><u>Очікувані результати етапу</u> (зазначити конкретні очікувані наукові результати). Опис результатів дослідження, аналізу та обґрунтування перспективних підходів до підвищення ефективності буріння у процесі видобутку та перероблення залізорудної сировини. Опис залежностей між геологічною структурою породи, що буриться у процесі видобутку залізорудної сировини та даними оперативного контролю процесу буріння.</p> <p><u>Звітна документація</u>: запланованих публікацій - 4, охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності - 1</p>
2 01.01.2018- 31.12.2018	Встановлення залежностей між геологічною структурою породи, що буриться у процесі видобутку залізорудної сировини та даними оперативного контролю процесу буріння та формування комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів. Структурна і параметрична ідентифікація моделі геологічної структури на основі сформованого комплексу оперативного вимірювання параметрів у процесі буріння.	<p><u>Очікувані результати етапу</u> (зазначити конкретні очікувані наукові результати). Опис залежностей між геологічною структурою породи, що буриться у процесі видобутку залізорудної сировини та даними комплексу оперативного вимірювання у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів. Опис сформованої моделі геологічної структури та методів її структурної і параметричної ідентифікації.</p> <p><u>Звітна документація</u>: запланованих публікацій - 8, захистів магістерських дисертацій - 2, охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності - 2</p>

<p>3 01.01.2019- 31.12.2019</p>	<p>Оптимізація процесів буріння у процесі видобутку та перероблення залізородної сировини на основі нейро-нечіткої моделі геологічної структури, сформованої із застосуванням даних оперативного контролю у процесі буріння: параметрів бурової установки (швидкість буріння, крутний момент, енергетичні характеристики) та характеристик породи визначених із застосуванням сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів; що дозволить підвищити ефективність буріння</p>	<p><u>Очікувані результати етапу</u> (зазначити конкретні очікувані наукові результати). Опис методу багатопараметричної оптимізації процесу буріння. Опис ієрархічного критерію, представленого множиною нерівнозначних складових, що доповнена технологічними показниками.</p> <p><u>Звітна документація</u>: запланованих публікацій - 8, захистів магістерських дисертацій - 2, охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності - 2</p>
<p>4 01.01.2020- 30.09.2020</p>	<p>Оптимізація процесів буріння у процесі видобутку та перероблення залізородної сировини на основі моделі геологічної структури та апробація запропонованих методів.</p>	<p><u>Очікувані результати етапу</u> (зазначити конкретні очікувані наукові результати). Опис ієрархічного критерію та методу багатопараметричної оптимізації процесу буріння. Опис результатів апробації технології та системи оптимального формування керуючих впливів у процесі буріння.</p> <p><u>Звітна документація</u>: запланованих публікацій - 8, захистів магістерських дисертацій - 2, кандидатських - 2, докторських дисертацій - 1, охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності - 1</p>

4. Очікуванні результати проекту, спосіб реалізації результатів НДР

У результаті виконання проекту очікуються такі результати: сформовано напрями підвищення ефективності технології та методів керування процесом буріння свердловин у процесі у процесі видобутку залізовмісних руд із застосуванням інформації про геологічну структуру породи у процесів буріння; встановлено закономірностей змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин; розроблено метод формування структури моделі геологічної структури породи, що буриться, на основі непрямої інформації щодо змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин; розроблено метод параметричної ідентифікації моделі геологічної структури породи, що буриться, на основі непрямої інформації щодо змінення параметрів магнітних, радіаційних та ультразвукових полів у процесі буріння свердловин; розроблено метод оптимізації технології та керування бурінням свердловин у процесі видобутку та перероблення залізородної сировини

на основі моделі геологічної структури; розроблено технологію та систему формування оптимальних параметрів процесу буріння свердловин.

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

Результати виконання проекту будуть використані для підготовки таких магістерських робіт: Бурнасова Т. П. «Формування структури моделі геологічної структурна основі непрямої інформації»; Ісаченко Є. В.: «Параметрична ідентифікація моделі геологічної структури у процесі буріння свердловин»; Даць А. В. «Оптимізація керування бурінням свердловин на основі моделі геологічної структури»; Куменко С. О. «Розпізнавання мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини у процесі буріння на основі непрямих показників»; Донченко О. І. «Система формування оптимальних параметрів процесу буріння свердловин».

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

Потенційним замовникам для використання поза межами організації-виконавця можуть бути передані такі результати: методика інтерпретації непрямої інформації для формування моделі геологічної структури; методика параметричної ідентифікації моделі геологічної структури; методика розрахунку оптимального керування процесом буріння на основі моделі геологічної структури; методика розрахунку основних елементів системи адаптивного керування процесом буріння.

Потенційними замовниками результатів дослідження є промислові підприємства гірничої промисловості, зокрема гірничо-збагачувальні комбінати (ГЗК): «Асоціація Укррудпром», «АрселорМіттал Кривий Ріг», «Південний ГЗК», «Центральний ГЗК», «Північний ГЗК», «Інгулецький ГЗК», «Полтавський ГЗК»; науково-промислові та проектні підприємства й організації: «Кривбаспроект», «Криворізький інститут автоматики», «Рудпромгеофізика».

5. Перелік технічної документації, якою завершується виконання НДР

№ з/п	Показники	Кількість
1.	Заплановані публікації авторів за тематикою НДР: 1.1 Статті у журналах та збірниках наукових праць, що входять до наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science). 1.2 Статті у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України. 1.3 Монографії, що опубліковані за рішенням наукової (вченої) ради вищого навчального закладу/наукової установи.	8 20 1
2.	Використання результатів роботи в навчальному процесі: 2.1. Публікація підручників, навчальних посібників 2.2. Публікація інших видань (словники, довідники тощо). 2.3. Розроблення і впровадження нового лекційного курсу або циклу лабораторних робіт.	1 - 1
3.	Заплановане використання результатів проекту при підготовці наукових кадрів: 3.1. Захист докторських дисертацій (прийняття до захисту спеціалізованою вченою радою) за тематикою проекту. 3.2. Захист кандидатських дисертацій (прийняття до захисту спеціалізованою вченою радою) за тематикою проекту.	1 2
4.	Отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності створені за тематикою проекту: 4.1. Буде отримано патентів (свідоцтв про право автора на твір) України. 4.2. Буде отримано патентів (свідоцтв про право автора на твір) інших держав.	6 -
5.	Участь у виконанні проекту: 5.1. Студентів. 5.2. Аспірантів, молодих вчених.	6 2

6. Порядок розгляду та приймання результатів НДР

Результати будуть розглянуті на засіданні кафедри, на вченій раді ДВНЗ «Криворізький національний університет» і у департаменті наукової діяльності та ліцензування Міністерства освіти і науки України.

7. Техніко економічне обґрунтування

Для підвищення ефективності функціонування гірничорудних підприємств України в умовах ринкових відносин необхідне постійне зниження собівартості та енергоємності технологічних процесів видобутку і переробки сировини. Досягнення даної мети суттєво ускладнюється застосуванням застарілого обладнання та підходів до керування технологічними процесами. Зокрема гірничі підприємства характеризуються високою питомою енергоємністю, що складає п'яту частину собівартості продукції. Слід відзначити, що дана проблема характерна й для інших галузей промисловості,

загалом енергоємність вітчизняного валового внутрішнього продукту у 2-3 рази перевищує аналогічні показники провідних промислових країн світу.

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

Цінність очікуваних результатів для світової та вітчизняної науки полягає у тому, що:

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

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

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

- метод багатопараметричної оптимізації технології та керування бурінням свердловин у процесі видобутку залізорудної сировини, який відрізняється від відомих тим, що оптимізація здійснюється на основі ієрархічного критерію, представленого множиною нерівнозначних складових, що доповнена показниками швидкості буріння, крутного моменту, енергетичними характеристиками та

характеристики різновидів породи, що буриться, оцінка яких здійснюється шляхом вимірювання параметрів сформованих відповідним чином магнітних, радіаційних та ультразвукових полів, з розрахунком коефіцієнтів відносної важливості частинних критеріїв за адаптивною процедурою, що дозволить підвищити енергоефективність процесу буріння.

Керівник НДР



Н. В. Моркун

Начальник НДЧ



Д. В. Бровко

Нормоконтролер



С. М. Грищенко