

62

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

 В. С. Моркун

\_\_\_\_\_ 2016 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на науково-дослідну роботу № 30-105-16

«ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ  
ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИМИ ПРОЦЕСАМИ ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА НА  
ОСНОВІ ДИНАМІЧНОЇ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ МОДЕЛІ»

## 1. Підстава для виконання НДР

Наказ Міністерства освіти і науки України від 11.01.2016 №4, та від 25.02.2016 №158, 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 представленні послідовних технологічних процесів збагачувального виробництва як розподіленої системи, що описується динамічною просторово-часовою моделлю, на основі якої здійснюється децентралізоване оптимальне керування означеними процесами.

*Робоча гіпотеза проекту* полягає у тому, що при автоматизованому керуванні процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини шляхом формування оптимальних сепараційних характеристик технологічних агрегатів об'єкт керування доцільно представити як систему із зосередженими входами, якими є витрати руди і води до технологічних агрегатів, та розподіленим у часі і просторі виходом, яким є функція розподілу вмісту корисного компонента за класами крупності рудного матеріалу.

*Метою* проекту є підвищення енергоефективності і якості автоматизованого керування технологічними процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини шляхом формуванні критеріїв, моделей і методів децентралізованого автоматизованого керування.

Проект спрямовано на вирішення таких завдань:

- розроблення методу структурної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва;
- розроблення методу параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва;
- розроблення розподіленої математичної моделі технологічного процесу переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини;
- розроблення методу децентралізованого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва;
- апробація системи децентралізованого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва на основі динамічної просторово-часової моделі.

Реалізація запропонованої *ідеї та робочих гіпотез проекту* дозволить розв'язати актуальну проблему формуванні критеріїв, моделей і методів децентралізованого автоматизованого керування технологічними процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини як структури із зосередженими входами і розподіленим виходом для підвищення енергоефективності і якості автоматизованого керування технологічними процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини.

### 3. Етапи роботи, термін виконання та кінцеві результати

Етапи роботи (рік)	Назва та зміст етапу	Очікувані результати етапу. Звітна документація.
1 етап (2016)	Формування методу автоматизованого керування переробки залізорудної сировини та синтез динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів переробки залізорудної сировини	<p><i>Очікувані результати:</i></p> <p>Метод автоматизованого керування взаємопов'язаними технологічними процесами переробки залізорудної сировини, в основі якої знаходиться застосування децентралізованого підходу до формування керуючих впливів із урахуванням розподілення у просторі і часі вихідних змінних об'єкта керування.</p> <p>Закономірності 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</p> <p>Динамічна просторово-часова модель взаємопов'язаних процесів переробки залізорудної сировини.</p> <p><i>Звітна документація:</i> публікацій – 25; магістерських дисертацій – 3; кандидатських дисертацій – 1; докторських дисертацій – 0; отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності – 2.</p>
2 етап (2017)	Децентралізоване оптимальне керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва	<p><i>Очікувані результати:</i></p> <p>Метод структурної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва.</p> <p>Метод параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва.</p> <p>Метод децентралізованого оптимального керування взаємопов'язаними процесами</p>

		збагачувального виробництва. <i>Звітна документація:</i> публікацій – 25; магістерських дисертацій – 3; кандидатських дисертацій – 2; докторських дисертацій – 1; отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності – 2.
--	--	---

#### 4. Очікуванні результати, спосіб реалізації результатів НДР

У результаті виконання проекту очікуються такі результати: метод автоматизованого керування взаємопов'язаними технологічними процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, в основі якої знаходиться застосування децентралізованого підходу до формування керуючих впливів із урахуванням розподілення у просторі і часі вихідних змінних об'єкта керування; закономірності зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого керування технологічними агрегатами та вихідними розподіленими характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках; динамічна просторово-часова модель взаємопов'язаних процесів переробки залізорудної сировини; методи структурної та параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва; метод децентралізованого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва.

Науково-обґрунтованими та доведеними можуть бути такі очікувані результати: встановлені закономірності зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого керування технологічними агрегатами та вихідними розподіленими характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках; динамічна просторово-часова модель взаємопов'язаних процесів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини.

Корисними методичними і технічними напрацюваннями можуть бути такі очікувані результати: методи структурної та параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва.

Наукова новизна наведених вище положень полягає у тому, що:

- метод автоматизованого керування взаємопов'язаними технологічними процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, в основі якого знаходиться застосування децентралізованого підходу до формування керуючих впливів із урахуванням розподілення у просторі і часі вихідних змінних об'єкта керування відрізняється від відомих тим, що динамічні властивості системи оптимізуються локальними контурами керування стадіями, при цьому глобальне керування формується на основі локальних показників як множини розподілених приведених характеристик;

- закономірності 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 відрізняється від відомих тим, що пов'язують показники декількох послідовних стадій переробки рудного матеріалу, що дозволяє підвищити адекватність математичних моделей технологічним процесам;

- динамічна просторово-часова модель взаємопов'язаних процесів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини відрізняється від відомих тим, що її структура враховує розподілення декількох взаємопов'язаних характеристик рудного матеріалу (функцій розподілу корисного компоненту за гранулометричною характеристикою) у часі та просторі;

- метод параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва відрізняється від відомих тим, що ґрунтується на непрямих показниках функціонування стадій перероблення рудного матеріалу, одержаних на основі ультразвукових та радіометричних методів неруйнівного контролю;

- метод децентралізованого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва відрізняється від відомих тим, що використовує удосконалену динамічну просторово-часову модель процесів переробки залізорудної сировини, 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.

## 5. Перелік технічної документації, якою завершується виконання НДР

№ з/п	Показники	Кількість
1.	Публікації авторів за тематикою проекту*:	
	1.1. Наукові видання:	
	1.1.1. Статті у журналах та збірниках наукових праць, що входять до наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science).	4
	1.1.2. Статті у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України.	26
	1.1.3. Монографії (розділи в монографіях), опубліковані у провідних закордонних наукових видавництвах.	1
	1.2. Навчально-методичні видання:	
	1.2.1. Підручники, навчальні посібники.	1
	1.2.2. Інші видання (словники, довідники тощо).	1

2.	Підготовка наукових кадрів: 2.1. Захищено авторами проекту докторських дисертацій за тематикою проекту. 2.2. Захищено під керівництвом авторів проекту (науковий консультант) докторських дисертацій за тематикою проекту. 2.3. Захищено авторами проекту кандидатських дисертацій за тематикою проекту. 2.4. Захищено під керівництвом авторів проекту (науковий керівник) кандидатських дисертацій за тематикою проекту.	1  1  2  2
3.	Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності створені за тематикою проекту: 3.1. Отримано патентів (свідоцтв про право автора на твір) України. 3.2. Отримано патентів (свідоцтв про право автора на твір) інших держав. 3.3. Продано ліцензій.	4  1

## 6. Порядок розгляду та приймання результатів НДР

Результати будуть розглянуті на спільному засіданні кафедри, на вченій раді ДВНЗ «КНУ» і у Департаменті наукової діяльності та ліцензування Міністерства освіти і науки України.

## 7. Техніко-економічне обґрунтування

Для сталого розвитку гірничорудних підприємств України 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. Енергоємність ВВП України в 2-3 рази перевищує аналогічні показники провідних промислових країн світу. У структурі енерговитрат вітчизняних 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.

Одержання ефекту від використання наведених наукових результатів потребуватиме їх використання у проектах щодо розроблення автоматизованих систем керування на існуючих або проєктованих гірничих підприємствах чи їх підрозділах. Слід відзначити, що практична реалізація запропонованих наукових результатів передбачає головним чином розроблення інформаційних технологій та програмного забезпечення систем керування відповідно до

наведених методик. Це дозволяє суттєво знизити витрати на впровадження, оскільки програмне забезпечення характеризується: достатньо низькими витратами на перенесення та адаптування до нових виробничих умов; високим ступенем надійності, що забезпечується потужними засобами випробування та відлагодження на початкових етапах розробки. Вартість модернізації функціональних можливостей даної системи керування є достатньо низькою, оскільки потребуватиме лише оновлення існуючого програмного забезпечення.

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

- удосконалення методу автоматизованого керування процесами переробки залізорудної сировини дозволить розширити теорію децентралізованого автоматизованого керування технологічними процесами збагачувального виробництва;

- встановлення нових закономірностей зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого керування технологічними агрегатами збагачувального виробництва та вихідними розподіленими характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках лінії переробки доповнить систему знань про функціонування збагачувального виробництва як єдиної системи взаємопов'язаних технологічних процесів;

- синтез динамічної просторово-часової моделі процесів переробки залізорудної сировини дозволить підвищити якість точність роботи систем керування;

- розроблення методів структурної та параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі удосконалить методологію формування та адаптації математичних моделей у системах автоматизованого керування процесами переробки залізорудної сировини.

- розроблення методу децентралізованого оптимального керування процесами збагачувального виробництва на основі динамічної просторово-часової моделі удосконалить методологію автоматизації керування у гірничо-переробній промисловості.

Заплановано такий перелік матеріалів, рекомендацій, розробок, пропозицій, що можуть бути передані для використання: методика структурної та параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва та рекомендації щодо формування децентралізованого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва на основі зазначених моделей.

Начальник НДЧ

Керівник НДР

Нормоконтролер

Д. В. Бровко

А. А. Азарян

С. М. Грищенко