

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В.С. Моркун

2016р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на науково-дослідну роботу № 30-104-16

«ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ОБ'ЄКТІВ ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ЯДЕРНИХ  
ОПЕРАТОРІВ»

## 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 формуванні нелінійної динамічної моделі на основі ядерних операторів послідовних технологічних процесів збагачувального виробництва як розподіленої у просторі та часі структури.

*Робоча гіпотеза* проекту полягає у тому, що об'єкт керування є системою із зосередженими входами, якими є дії технологічних агрегатів: витрати руди і води, та розподілені у часі і просторі виходом, яким є характеристики рудного матеріалу на кожній технологічній стадії: розподілення вмісту корисного компонента за класами крупності.

*Метою* проекту є підвищення ефективності і якості керування технологічними процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини шляхом формування нелінійної динамічної моделі послідовних технологічних процесів збагачувального виробництва як розподіленої у просторі та часі структури.

Проект спрямовано на вирішення таких завдань:

- розроблення методу структурної ідентифікації нелінійної динамічної ядерної моделі технологічних об'єктів збагачувального виробництва;

- розроблення методу параметричної ідентифікації ядер нелінійної динамічної ядерної моделі технологічних об'єктів збагачувального виробництва;

- розроблення розподіленої математичної ядерної моделі технологічного процесу переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини;

- розроблення методу керування нелійними динамічними об'єктами збагачувального виробництва на основі нелінійної динамічної ядерної моделі;

- апробація системи керування нелійними динамічними об'єктами збагачувального виробництва на основі нелінійної динамічної ядерної моделі.

Реалізація запропонованої *ідеї та робочих гіпотез проекту* дозволить розв'язати актуальну проблему синтезу математичних моделей нелінійних динамічних технологічних об'єктів збагачувального виробництва на основі ядерних операторів та розроблення методів їх ідентифікації.

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

Етапи роботи (рік)	Назва та зміст етапу	Очікувані результати етапу. Звітна документація.
1 етап (2016)	Структурна ідентифікація нелінійних динамічних технологічних об'єктів збагачувального виробництва на основі ядерних операторів	<p><i>Очікувані результати:</i></p> <p>Метод представлення взаємопов'язаних технологічних процесів переробки залізорудної сировини як структури, побудованої на основі ядерних операторів 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><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)	Параметрична ідентифікація нелінійних динамічних технологічних об'єктів збагачувального виробництва на основі ядерних операторів	<p><i>Очікувані результати:</i></p> <p>Метод параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва.</p> <p>Метод автоматизованого керування нелінійними динамічними технологічними об'єктами збагачувального виробництва.</p> <p><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.</p>

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

У результаті виконання проекту очікуються такі результати: метод представлення взаємопов'язаних технологічних процесів переробки залізорудної сировини як структури, побудованої на основі ядерних операторів, що дозволить 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 лінії переробки: крупності, вмісту корисного компонента у класах крупності та інших; динамічна просторово-часова модель технологічних об'єктів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини на основі ядерних операторів; метод структурної ідентифікації ядерних операторів нелінійної динамічної моделі технологічних об'єктів збагачувального виробництва; метод параметричної ідентифікації ядерних операторів нелінійної динамічної моделі технологічних об'єктів збагачувального виробництва; метод керування нелійними динамічними об'єктами збагачувального виробництва на основі пропонованої математичної моделі.

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 лінії переробки: крупності, вмісту корисного компонента у класах крупності та інших; динамічна просторово-часова модель технологічних об'єктів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини на основі ядерних операторів.

Корисними методичними і технічними напрацюваннями можуть бути такі очікувані результати: методи структурної та параметричної ідентифікації нелінійної динамічної моделі технологічних об'єктів збагачувального виробництва на основі ядерних операторів; метод керування нелійними динамічними об'єктами збагачувального виробництва на основі пропонованих математичних моделей.

Наукова новизна наведених вище положень полягає у тому, що:

- метод представлення взаємопов'язаних технологічних процесів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини як структури, побудованої на основі ядерних операторів, що дозволить 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 відрізняються 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 технологічних об'єктів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини на основі ядерних операторів відрізняється від відомих тим, що її структура враховує розподілення декількох взаємопов'язаних характеристик рудного матеріалу у часі та просторі;

- метод параметричної ідентифікації нелінійної динамічної моделі технологічних об'єктів збагачувального виробництва на основі ядерних операторів відрізняється від відомих тим, що ґрунтується на непрямих показниках функціонування стадій перероблення рудного матеріалу, одержаних на основі ультразвукових та радіометричних методів неруйнівного контролю;

- метод керування нелінійними динамічними об'єктами збагачувального виробництва відрізняється від відомих тим, що використовує удосконалену динамічну просторово-часову модель технологічних об'єктів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, синтезовану на основі закономірностей зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого 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.	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.	4 26
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 1
3.	Заплановане використання результатів проекту при підготовці наукових кадрів: 3.1. Захист докторських дисертацій (прийняття до захисту	

	спеціалізованою вченою радою) за тематикою проекту.	1
	3.2. Захист кандидатських дисертацій (прийняття до захисту спеціалізованою вченою радою) за тематикою проекту.	3
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
	4.2. Буде отримано патентів (свідоцтв про право автора на твір) інших держав.	1
5.	Участь у виконанні проекту:	
	5.1. Студентів.	5
	5.2. Аспірантів, молодих вчених.	2

## 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

Підвищення ефективності роботи гірничорудних підприємств України в умовах ринкових відносин потребує постійного зниження собівартості та енергоємності технологічних процесів видобутку і переробки сировини. Енергоємність ВВП України в 2-3 рази перевищує аналогічні показники провідних промислових країн світу. 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 мінералого-технологічних різновидів 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 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 наступному: удосконалення методу представлення взаємопов'язаних

технологічних процесів переробки залізорудної сировини як структури, побудованої на основі ядерних операторів дозволить розширити теорію керування технологічними об'єктами збагачувального виробництва; синтез нелінійної динамічної моделі технологічних об'єктів переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини на основі ядерних операторів дозволить підвищити якість точність роботи систем автоматизованого керування; розроблення методів структурної та параметричної ідентифікації нелінійної динамічної моделі технологічних об'єктів збагачувального виробництва на основі ядерних операторів удосконалить методологію формування та адаптації математичних моделей у системах автоматизованого керування процесами переробки залізорудної сировини.

Заплановано такий перелік матеріалів, рекомендацій, розробок, пропозицій, що можуть бути передані для використання: методика структурної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва; методика параметричної ідентифікації динамічної просторово-часової моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва.

Начальник НДЧ

Керівник НДР

Нормоконтролер



Д.В. Бровко

В.С. Моркун

С.М. Грищенко