

17.09.2020  
№ 1/Б-05,89

## ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Гожого Олександра Петровича

на дисертаційну роботу **Сенька Антона Олександровича**

*«Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень для процесу подрібнення на основі непрямого визначення міцності руди»* подану на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### **Актуальність теми дисертації**

Задачі підвищення ефективності роботи гірничо-металургійних підприємств залишаються актуальними на сьогодні. З урахуванням потужності сучасних засобів комп'ютерної техніки стало можливим застосувати новітні підходи до керування процесом подрібнення руди, зокрема на базі кластерного аналізу, методів Data Mining та інтелектуальних інформаційних технологій.

Актуальним завданням є розвиток інтелектуальних інформаційних технологій, моделей і методів для комп'ютерної підтримки прийняття рішень з оперативним управлінням головним комплексом збагачувальної фабрики. Вирішення такої задачі забезпечить поліпшення технологічних показників ТП збагачення, стабілізацію якості кінцевої продукції (концентрату), зменшення ймовірності роботи обладнання у аварійних режимах, а також зменшення витрат на планове і попереджувальне обслуговування.

**Тема дисертації повністю відповідає паспорту спеціальності 05.13.06.**

У роботі автором проведено дослідження технологічних комплексів мокрого магнітного збагачення залізних руд як об'єктів для автоматизованого контролю, прогнозування та прийняття рішень. Значної уваги приділено питанню класифікації інформаційних ознак технологічних типів руд, встановленню залежності між властивостями руд, аналізу технологічних процесів та оптимізації режимів роботи секції збагачення. У дисертаційні роботі здобувач розробив методи автоматизованого прийняття рішень,

прогнозуючі моделі для здійснення розрахунків у межах інтелектуальної системи комп'ютерного прийняття рішень (СКПР).

**Зв'язок теми з планами наукових досліджень установи, де виконувалась дисертація.** Дисертаційна робота виконувалась за науковими темами відповідного рівня з достатньою участю дисертанта у виконанні цих тем. Результати дисертації частково відображені в матеріалах та використовувались під час виконання завдань науково-дослідних робіт Криворізького національного університету «Наукові основи створення сучасних інформаційних та телекомунікаційних технологій для автоматизованого інтелектуального керування технологічними процесами в умовах гірничого виробництва» (№0116U001776), «Промислові випробування інтелектуальної технології автоматизованого нейрокерування процесом збагачення магнетитових кварцитів в умовах невизначеності» (0109U005385). «Розробка проекту програмного забезпечення інформаційної системи підприємства» (0111U005589).

**Наукова новизна одержаних результатів.** До основних наукових результатів, що отримані автором, можна віднести наступні:

- вперше запропоновано метод непрямого визначення вхідного параметру роботи секції збагачення оснований на прогнозування із застосуванням накопичених статистичних даних, що надає переваги у часі отримання інформації у порівнянні із лабораторним аналізом та збільшує оперативність керування.

- дістав подальшого розвитку метод формування навчальної вибірки прогнозуючої нейромережі із розбиттям накопичених статистичних даних на кластери, що зменшує ймовірність перенавчання та збільшує точність подальшого прогнозування за рахунок обмеження діапазонів значень вхідних параметрів.

- запропонована вдосконалена прогнозуюча модель на основі комбінації методу кластерного аналізу та нейромережевої технології, де на відміну від існуючих в якості вхідних параметрів виступають поточний стан ,



що дозволяє здійснювати непряме визначення властивостей мінеральної сировини в режимі реального часу.

### **Обґрунтованість та достовірність наукових результатів.**

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів забезпечується коректністю постановки розглянутої задачі, строгістю використання методів математичного моделювання, а також теоретичними положеннями теорії планування експерименту.

### **Значення результатів роботи для теорії та практики.**

Робота характеризується єдністю змісту і свідчить про особистий внесок здобувача в науці. Дисертація містить в собі науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати, які в сукупності складають розв'язання науково-практичного завдання – розробки та вдосконалення інтелектуальних інформаційних технологій, моделей і методів для комп'ютерної підтримки прийняття рішень з оперативним управлінням головним комплексом збагачувальної фабрики за рахунок створення прогнозуючої моделі, методу непрямого визначення міцності руди та методу формування навчальної вибірки прогнозуючої нейромережі, а також інформаційної технології прийняття рішень для технологічного процесу подрібнення на їх основі. Все це разом забезпечує підвищення ефективності ТП збагачення в цілому. Результати ґрунтовних досліджень у галузі автоматизації та оптимізації процесів збагачення залізних руд, що опубліковані за останні десять років, свідчать про актуальність питань розробки системи комп'ютерної підтримки рішень (СКПР) в межах систем управління технологічних процесів збагачення руд з випадковими в часі текстурними характеристиками. В зазначених дослідженнях наведені і охарактеризовані залежності між окремими параметрами технологічного процесу, але відсутні комплексні рекомендації з побудови ефективних систем управління. Науково-практичні розробки дисертації у вигляді моделей, методів, методик, алгоритмів та розробленого програмного забезпечення пройшли експериментальну перевірку й були використані в технічних пропозиціях та/або використовуються підприємствами Кривбасу: ТОВ «Криворізький інститут автоматики», ТОВ «Криворізька промислова інвестиційна компанія».

Результати роботи впроваджені в навчальному процесі на кафедрі комп'ютерних систем та мереж факультету інформаційних технологій (ФІТ) Криворізького національного університету та застосовані при проведенні навчальних занять з дисциплін: «Комп'ютерні мережі», «Глобальні комп'ютерні мережі», «Комп'ютерні мережі та захист даних», «Системне програмування», а також при дипломному проектуванні для спеціальностей 123 «Комп'ютерна інженерія», 015 «Професійна освіта. Комп'ютерні технології», 122 «Комп'ютерні науки».

**Публікація результатів дисертації.** Основні положення та результати досліджень роботи опубліковано у 14 друкованих виданнях, зокрема 1 колективна монографія, 1 стаття, що входить до наукометричної бази SCOPUS, 6 статей у журналах, що входять до списку фахових наукових видань України, 6 тез доповідей – у матеріалах наукових конференцій. Усі теоретичні та експериментальні дослідження виконані дисертантом самостійно.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення й результати дисертаційної роботи доповідалися на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях: VII всеукраїнській науково-технічній конференції «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (м. Кривий Ріг, 2014), VIII всеукраїнській науково-технічній конференції «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (м. Кривий Ріг, 2015), Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні» (м. Дніпро, 2015-2019), Міжнародній науково-технічній конференції «Сталий розвиток промисловості та суспільства» (м. Кривий Ріг, 2015), 11th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI-2015) (м. Львів, 2015), IX Всеукраїнська науково-технічна конференція «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (м. Кривий Ріг, 2016), X Всеукраїнська науково-технічна конференція «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (м. Кривий Ріг, 2017).



Дисертація написана українською мовою, стиль викладу матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі. Зміст автореферату ідентичний змісту основних положень дисертації.

**Зауваження до дисертації.** За змістом дисертації Сенька А.О. можна висловити наступні зауваження:

1. Доцільно було представити інформацію з технічних характеристик апаратного забезпечення для організації бази знань, СКПР, роботи моделі на основі штучних нейронних мереж в режимі реального часу;
2. В представлених результатах досліджень не обґрунтовано, чому саме метод R/S аналізу Херста було використано для дослідження показників хаотичності часових рядів.
3. В роботі не наведено пояснень, та обґрунтувань чому саме така архітектура нейронної мережі була використана для вирішення завдання класифікації і для прогнозування параметру  $i_{10}$ .
4. В роботі не приведено інформації про показники навчання нейронної мережі, запропонованої архітектури.
5. В роботі не представлені порівняльні характеристики існуючих сучасних моделей збагачувальних комплексів, що збільшило б інформативність, та ступінь обґрунтованості зроблених автором висновків щодо необхідності удосконалення та створення нових моделей.
6. Не приведено детальної інформації, що до оптимізації за допомогою генетичного алгоритму функції мети, при прийнятті рішень, що до найкращого варіанту технологічного процесу.
7. Незначним недоліком роботи є відсутність патентів, оскільки частина результатів роботи могла бути запатентована.

### **Висновок.**

1. Дисертаційна робота Сенька Антона Олександровича «Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень для процесу подрібнення на основі непрямого визначення міцності руди» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково-обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальне науково-технічне завдання: розробка та

вдосконалення інтелектуальних інформаційних технологій, моделей і методів для комп'ютерної підтримки прийняття рішень з оперативним управлінням головним комплексом збагачувальної фабрики за рахунок створення прогнозуючої моделі, методу непрямого визначення міцності руди та методу формування навчальної вибірки прогнозуючої нейронної мережі.

2. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

3. Наведені зауваження не змінюють загальну позитивну оцінку наукової значимості і практичної цінності дисертаційної роботи.

4. Дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету міністрів № 567 від 24 липня 2013 року (з відповідними змінами за 2015-2016 рр.).

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри інтелектуальних  
інформаційних систем  
Чорноморського Національного  
університету ім. Петра Могили

О.П. Гожий

