

17.09.2020
№ 1/6-05.88

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Філатова Валентина Олександровича
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.

Розробка уніфікованих програмно-алгоритмічних засобів, сучасних моделей і методів автоматизації процесів прийняття рішень для складних промислових систем є на сьогодні одним з пріоритетних напрямків розвитку інформаційних технологій (ІТ). У цьому напрямку дисертація Сенька А.О. робить вагомий внесок в удосконалення ІТ, методів і алгоритмів системи інтелектуального прийняття рішень в умовах технологічних процесів (ТП) такого складного об'єкту як секція рудозбагачувальної фабрики. Сучасний стан розвитку ІТ в умовах збагачувальної галузі України поки не відповідає світовим вимогам, тому результати виконаної дисертаційної роботи є актуальними. Значної уваги приділено питанню класифікації інформаційних ознак технологічних типів руд, встановленню залежності між властивостями руд, аналізу технологічних процесів та оптимізації режимів роботи секції збагачення.

Основний зміст роботи.

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 дисертаційній роботі здобувач розробив методи автоматизованого прийняття рішень, прогнозуючі моделі для здійснення розрахунків у межах інтелектуальної системи комп'ютерного прийняття рішень.

У першому розділі проведено дослідження технологічних комплексів мокрого магнітного збагачення залізних руд як об'єктів для

автоматизованого контролю, прогнозування та прийняття рішень. Здійснено визначення статичних та динамічних характеристик цих комплексів, а також статистичних характеристик збурень на процес подрібнення. У процесі подальшого дослідження було визначено, що рудопідготовка включає технологічні процеси дроблення і подрібнення, затрати на котрі складають більше половини собівартості гірничо-збагачувального виробництва. Тому актуальним питанням є проведення досліджень з метою зниження витрат на ці процеси шляхом створення автоматизованої системи комп'ютерної підтримки рішень (СКПР) для оперативного управління ними.

Здійснені дослідження довели, що для автоматизованого управління процесом подрібнення найбільш ефективними є СКПР, в котрих стратегія управління основана на включенні математичної моделі в контур прийняття рішень і прогнозуванні результатів процесу в режимі реального часу.

Другий розділ дисертаційного дослідження присвячено класифікації інформаційних ознак технологічних типів руд, встановленню залежності між властивостями руд, аналізу технологічних процесів та оптимізації режимів роботи секції збагачення. В ході дослідження, проведеного на базі підприємства ПАТ «ІнГОК», була проаналізована технологічна статистика секції збагачення, було доведено, що головною причиною вищезазначеного факту є наявність декількох різновидів руд з відмінними властивостями у первинній суміші сировини, що подається на збагачення. Для усунення цього явища треба знайти можливості виокремлення статистичних даних за кожним сортом руди, визначення окремих класів та подальше визначення індивідуальної технології здійснення ТП збагачення. Це обумовило подальше застосування методів кластеризації на основі визначення міцності окремих різновидів руди.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено розробці методів автоматизованого прийняття рішень, прогнозуючих моделей для здійснення розрахунків у межах інтелектуальної СКПР. Формування власної бази даних шляхом навчання та дослідження інтелектуальних моделей. З метою виявлення «прихованих» зв'язків між параметрами виробничого процесу збагачення руди, які можуть впливати на його хід, були використані методи Data Mining. Для формування моделей відображення простору входів виробничого процесу збагачення сировини на простір його виходів

проведена обробка на прикладі даних роботи млина, зібраних протягом місяця.

У четвертому розділі проведено розробку структури СКІР та її практична реалізація. Обґрунтовано вибір засобів оперативного контролю якісних та кількісних показників технологічного процесу. Запропонована структура бази даних, реалізована засобами Industrial SQL Server, яка дає змогу володіти оперативною та архівною інформацією про стан виробництва і характеристики продукції, що випускається. Розроблено алгоритм прогнозування, заснований на поєднанні методів кластеризації та використання прогнозуючої нейромережі, що дає можливість фахівцеві оперативно отримати рекомендації щодо прийняття рішень щодо поведінки об'єкта.

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 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.

1. Не зовсім зрозуміло чому автор використав штучні нейронні мережі зустрічного поширення замість класичного багатошарового перцептрона, оскільки він забезпечує кращу якість апроксимації

2. У роботі автор використовує алгоритм чіткої кластеризації, в той час як в реальних ситуаціях промислового виробництва кластери що формуються перетинаються. Це потребує використання алгоритму нечіткої кластеризації, наприклад, класичної процедури нечітких C-середніх.

3. Для вирішення задачі оптимізації автор використовує стандартний генетичний алгоритм, в той час як існують більш ефективні версії, наприклад «Острівні моделі», «Бджолині родини», та інші стратегії елітизму.

4. В задачах кластеризації автор використовує традиційну евклідову відстань, в той час як у реальних застосуваннях метрика Махаланобіса є більш ефективною.

5. Не зовсім зрозуміло як автор визначає кількість кластерів g (сторінка 135), на мій погляд у цій ситуації було б доцільно використання метод X-MINC.

6. У дисертаційній роботі зустрічаються стилістичні помилки, наприклад, рисунок 3.2, стор. 84 «Мережа із зустрічним розпізнаванням без зворотних зв'язків» замість із «зустрічним поширенням», сторінка 88 «Вхід шау Гроссберга», замість шару Гроссберга.

Вказані вище зауваження не мають принципового значення, скоріше носять методичний та технічний характер, і не зменшують наукову та практичну цінність результатів роботи.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Сенько А. О. «Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень для процесу подрібнення на основі непрямого визначення міцності руди» є завершеним науковим дослідженням, що

виконана на високому науковому рівні, в якій отримано нові науково обґрунтовані та апробовані результати.

Робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології. За актуальністю розглянутих задач, обсягом досліджень, науковим рівнем і практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає вимогам пп. 9, 11-13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013р. № 567 (з відповідними змінами за 2015-2016рр.) до кандидатських дисертацій.

Здобувач Сенько Антон Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедри штучного інтелекту Харківського
національного університету радіоелектроніки



« 8 » 09 2020 р

В.О. Філатов

Підпис В.О. Філатов засвідчую:

Учений секретар
Харківського національного університету
радіоелектроніки



« 08 » 09 2020 р



І.В. Магдаліна