

такі як, к прикладу, синтез, виконання перевірки і оцінки продуктивності в межах єдиної структури моделювання. Основні якості моделі (досяжність, живучість, оборотність) аналізується з використанням програмного забезпечення Ріре 2.5. Апаратна реалізація мереж Петри може бути виконана на мікросхемах ПЛІС (програмуємі логічні інтегральні схеми). Перевага ПЛІС-технології складає в тому, що структура зв'язей, властива опису мережі Петри, може бути гнучко зображена в структурі ПЛІС [4]. Цей метод може бути застосований для синтезу регулятора системи управління очисним забоем.

Список літератури

1. Лескін А.А., Мальцев П.А., Спиридонов А.М. Мережі Петри в моделюванні і управлінні. - Л.: Наука, 1989. -133 с.
2. Котов В.Е. Мережі Петри. – М.: Наука. Головна редакція фізико-математическої літератури, 1984. – 160 с.
3. Технологічні схеми очисних і підготовчих робіт на вугільних шахтах. Міністерство вугільної промисловості СРСР. – М.: Недра, 1978. – 288с.
4. V. Sudacevschi, V. Ababii Control system Design based on Petri nets // Науковий вісник Чернівецького університету 2008. Випуск 423. Фізика. Електроніка. стр 60-66

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Ткачовим В.В.
Надійшла до редакції 19.05.11*

УДК 65.011.56:622.7.05

© В.В. Тронь

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ БУНКЕРНИМ ЖИВЛЕННЯМ КОМПЛЕКСУ ПАРАЛЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ РУДОЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ

Наведено результати дослідження системи керування бункерним живленням комплексу паралельних технологічних ліній РЗФ на основі багатокритеріальної оптимізації і обґрунтовано можливість адаптивного керування даним процесом шляхом корегування коефіцієнтів відносної важливості частинних критеріїв.

Приведены результаты исследования системы управления бункерным питанием комплекса паралельных технологических линий РЗФ на основе многокритериальной оптимизации и обоснована возможность адаптивного управления данным процессом путем корректирования коэффициентов относительной важности частных критериев.

Results of researches of parallel technological lines hopper-supply process control system based on multicriteria optimization were showed. Way of adaptive control by tuning relative importance coefficient of partial criteria was proposed.

Вступ. Рівень економіки України багато в чому обумовлюється рівнем розвитку підприємств гірничо-металургійного комплексу. Продукція українських гірничо-збагачувальних комбінатів і металургійних підприємств становить майже третину доходів вітчизняного експорту. Разом з тим за останні десятиліття якість залізородної сировини має негативну динаміку. У зв'язку з цим

значний її обсяг не може бути перетворено у товарний продукт, що відповідає кондиціям на сировину для металургійної переробки або для безпосереднього використання як готового матеріалу. Результати наукових досліджень провідних українських і зарубіжних науковців говорять перспективним напрямком підвищення ефективності функціонування технологічних процесів збагачення є автоматизація процесу керування бункерним живленням комплексу паралельних технологічних ліній рудозбагачувальної фабрики (РЗФ) на основі підходів інтелектуального, оптимального і адаптивного керування.

До основних проблем керування бункерним живленням комплексу паралельних технологічних ліній РЗФ відноситься, зокрема, забезпечення безперебійного живлення технологічних ліній залізородним матеріалом. Наприклад, в умовах Полтавського ГЗК [1] втрати від нестабільної роботи збагачувального обладнання становлять близько 170 тис. грн. на рік. Також, актуальною є проблема стабілізації якісних характеристик потоків матеріалу, що надходять на збагачення. Зокрема, при зростанні амплітуди коливань вмісту заліза у вхідному потоці матеріалу з 1% до 3% вміст заліза у хвостах збільшується на 1,5%; при збільшенні показника частоти коливань (коефіцієнту затухання кореляційної функції) з 1 до 2, вміст заліза у хвостах збільшується на 0,3% до 16,7% при інших рівних умовах.

На сьогодні використовуються наступні підходи до керування процесом бункерного живлення. Згідно пошукової системи «за викликом з прогнозуванням» [2] визначення наступного відсіку бункера для завантаження здійснюється виходячи із мінімізації обсягу матеріалу, котрий витече з інших відсіків, протягом завантаження вибраного відсіку бункера. Проте, при цьому не враховуються якісні характеристики вхідного потоку матеріалу. У [1] вибір оптимальної точки завантаження здійснюється за декількома критеріями: обсяг матеріалу у відсіку має бути мінімальним, відстань від поточного положення пересувного завантажувального пристрою (ПЗП) до наступного має бути мінімальною, середньозважене значення вмісту компоненту у кожному відсіку має знаходитись у заданих межах, котрі відповідають оптимальному налаштуванню збагачувального обладнання відповідної секції збагачення. Схожий метод запропоновано у [3], де розподіленні вхідного потоку матеріалу у відсіки запропоновано здійснювати за його показником якості («сортом») з використанням критерію мінімуму дисперсії за кожним сортом. У праці [4] було обґрунтовано доцільність керування бункерним живленням за декількома нерівнозначними частинними критеріями. Для урахування стохастичної нестабільності впливів збурення запропоновано [5] здійснювати двоетапне керування даним процесом, згідно якого завдання щодо обсягів і якісних характеристик матеріалу у відсіках формуються на етапі попереднього планування і є вхідними параметрами для системи оперативного керування.

Постановка завдання. У більшості розглянутих робіт керування пропонується здійснювати за декількома частинними критеріями, проте, на нашу думку, недостатньо уваги приділяється впливу відносної важливості частинних критеріїв керування на результати роботи системи. Метою даної роботи є дослідження

впливу відносної важливості частинних критеріїв на ефективність керування бункерним живленням комплексу паралельних технологічних ліній і обґрунтування методу адаптації системи оперативного керування даним процесом.

Викладення основного матеріалу досліджень. Для вирішення поставлених завдань автоматизовану систему керування бункерним живленням було представлено як багатомірний об'єкт, вхідними параметрами якого є коефіцієнти відносної важливості частинних критеріїв, а вихідними значення відповідних частинних критеріїв на інтервалі попереднього планування (робочої зміни). В даній роботі розглядається система керування із трьома входами і трьома виходами, як це видно на рис. 1.



Рис. 1. Узагальнена схема керування бункерним живленням

При цьому використовуються такі частинні критерії: мінімізація розкиду обсягів матеріалу у відсіках бункера (E_M), мінімізація відхилення вмісту корисного компонента для кожного відсіку від заданого значення (E_q), що допускає оптимальне налаштування технологічного збагачувального обладнання, мінімізація відстані переміщення завантажувального пристрою (E_L). Для дослідження властивостей системи керування бункерним живленням згідно схеми, див. рис. 1, було побудовано її «вторинну модель» за результатами повного факторного експерименту з використанням комп'ютерної моделі. При цьому, у діапазоні нормованих вхідних сигналів ($[0,1]$) було виділено три рівні: 0,1; 0,5; 1,0. Для апроксимації результатів експерименту було використано нейронну мережу прямого розповсюдження зі зворотним поширенням помилки (Feed-Forward Back-Propagation). При цьому кількість нейронів у вхідному шарі становила – 3, у прихованому – 10, у вихідному – 3.

Досліджувана система, як це видно на рис. 1, відноситься до типу «декілька входів декілька виходів» (MIMO), тому результати моделювання представлено у тривимірному просторі окремо за кожним виходом, при цьому змінювались значення двох коефіцієнтів відносної важливості, а значення третього залишалось сталим і таким, що відповідає найменшому рівню - 0,1. Окремі приклади графічного представлення отриманих залежностей наведено на рис. 2.

Користуючись отриманими залежностями, котрі частково наведені на рис. 2, апроксимованими за допомогою нейронної мережі було запропоновано схему системи оптимізації процесу керування бункерним живленням із використанням інверсної нейронної мережі, як це видно на рис. 3. Така система оптимізації формує значення коефіцієнтів відносної важливості частинних критеріїв

на основі аналізу інформації про стан об'єкту керування, впливи збурення і задання систем вищого рівня.

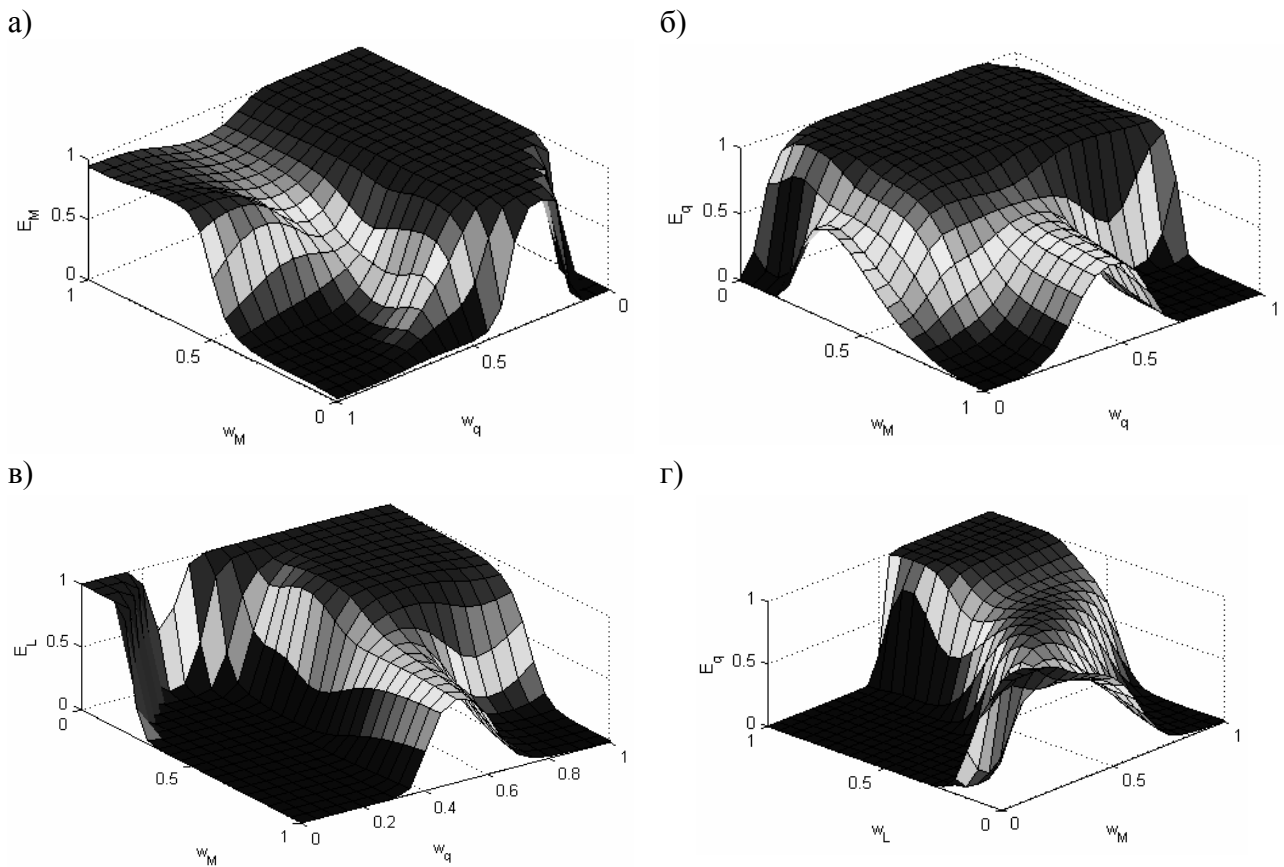


Рис. 2. Залежність значення частинного критерію рівномірності рельєфу матеріалу від коефіцієнтів відносної важливості частинних критеріїв ($E_M=f(w_M, w_q)$ - а); $E_q=f(w_M, w_q)$ - б); $E_L=f(w_M, w_q)$ - в); $E_q=f(w_L, w_M)$ - г))



Рис. 3. Узагальнена схема системи адаптивного керування процесом бункерного живлення

Впливами збурення, див. рис. 3, є: продуктивність (G) і вміст корисного компонента (q_G) у вхідному потоці матеріалу, продуктивність вихідних потоків відсіків бункера ($[Q]$), а також початкові значення обсягу матеріалу ($[M_0]$) і вмісту корисного компонента ($[q_0]$) у відсіках. Уставки: бажаний обсяг матеріалу ($[M^{(u)}]$) і вміст корисного компонента ($[q^{(u)}]$) у відсіках бункера, коефіцієнти відносної важливості частинних критеріїв керування ($[w]$). Підсистему оптимізації коефіцієнтів відносної важливості доцільно реалізувати з використанням технології інтелектуального керування, нейронних мереж та нечіткої логіки.

Узагальнену схему реалізації системи керування бункерним живленням із використанням розглянутих методів наведено на рис. 4.

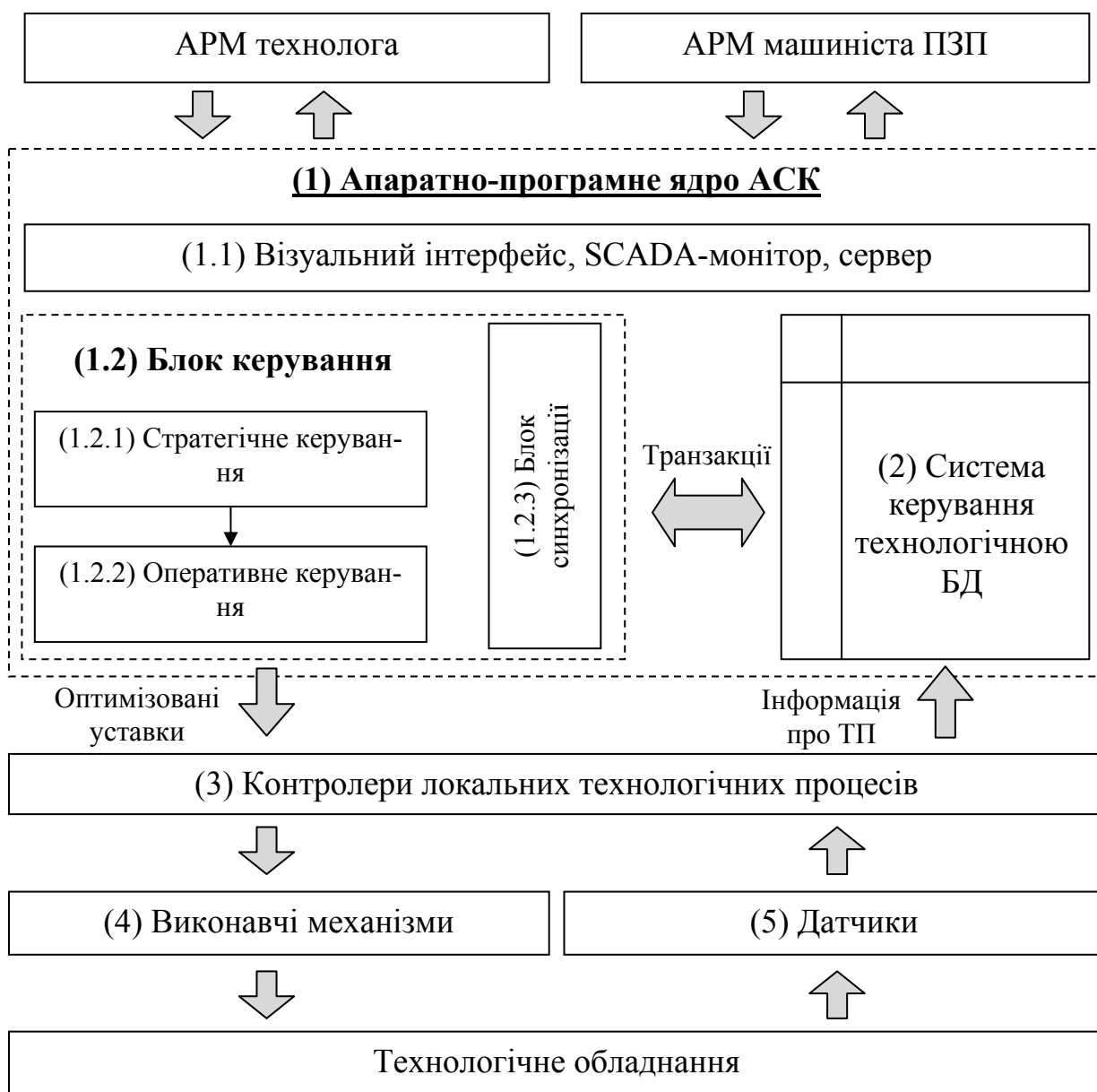


Рис. 4. Узагальнена структурна схема реалізації системи керування бункерним живленням

Основним елементом системи керування є її програмно апаратне ядро (1), як це видно на рис. 4. До його складу входять такі елементи. Візуалізація динаміки технологічного процесу, введення та моніторинг бажаних значень керованих параметрів (уставок), формування звітної документації про перебіг технологічного процесу (1.1) забезпечується за допомогою візуального інтерфейсу користувача, SCADA-монітору, серверної частини. Найбільш поширеним способом реалізації подібних систем є архітектура «клієнт-сервер». Клієнтами в даному випадку можуть виступати автоматизовані робочі місця фахівців, а саме, оператора-технолога, машиніста ПЗП. Для реалізації серверної частини доцільно використовувати сучасні розробки з підвищеними вимогами до захищеності від шкідливих впливів та надійності зберігання інформації. Обмін інформацією між розподіленими елементами даної системи доцільно здійснювати за допомогою промислових мереж, наприклад, CAN, Interbus, Profibus, Fipio, Modbus (Plus), Unitelway, Fipway, Ethway.

Призначенням блока керування (1.2) є стратегічне планування на інтервалі робочої зміни та оперативне формування уставок для локальних систем автоматизованого регулювання. Тому, у ньому можна виділити відповідні елементи (1.2.1) стратегічного керування та (1.2.2) оперативного керування. Елементи блоку керування реалізуються програмно. Також, для актуалізації інформацій про перебіг технологічного процесу шляхом опитування датчиків локальних систем керування з непохідною дискретністю і внесення поточних відомостей до бази даних технологічного процесу до складу блока керування введено блок синхронізації (1.2.3), котрий може бути програмо реалізований з використанням засобів SCADA. Призначенням системи керування технологічної бази даних (2) є накопичення, резервування та зберігання інформації про динаміку параметрів технологічного процесу. На сьогодні широко вживаними є такі промислові СУБД: MS SQL, Industrial SQL, ORACLE, Informix. Для керування локальними технологічними процесами використовуються контролери локальних САР, датчики та виконавчі механізми (3-5).

Висновки. Обґрунтовано використання адаптивного принципу оптимізації системи керування процесом бункерного живлення. На основі отриманих залежностей між значеннями частинних критеріїв ефективності і коефіцієнтів відносної важливості розроблено схему адаптивної системи керування бункерним живленням комплексу паралельних технологічних ліній рудозбагачувальної фабрики.

Список літератури

1. Константинов Г. В. Разработка системы управления качеством железорудного сырья при переработке: дис. ... кандидата. техн. наук: 05.15.11 / Константинов Григорий Викторович. – Кривой Рог, 2000 – 180 с.
2. Єременко Д. В. Підвищення ефективності автоматизованих систем керування потоками сипких матеріалів в умовах їх нестабільності : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.07 «Автоматизація технологічних процесів» / Д. В. Єременко. – Запоріжжя, 2004. – 20 с.
3. Назаренко В. М. Математические модели сортировки / В. М. Назаренко, В. Н. Шепеленко // Известия вузов. Горный журнал. – 1987. - №5. – С. 98-104.

4. Тронь В. В. Керування завантаженням багатосекційної ємності на основі нечіткого аналізу багатокритеріальних варіантів / В. В. Тронь // Сборник научных трудов «Новое в технологии и технике переработки минерального сырья». – 2010. – С. 249-262.

5. Тронь В. В. Автоматизоване двоетапне керування процесом бункерного живлення паралельних технологічних ліній в умовах невизначеності / В. В. Тронь // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Комп'ютерні системи та компоненти. – 2010. - №2. – Т. 1. – С. 125-129.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Ткачевим В.В.
Надійшла до редакції 19.05.11*

УДК 622.6-52

© В.В. Ткачев, П.Ю. Огеенко, А.В. Лозовягин

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОГРАНИЧЕННОГО РЕСУРСА НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ CAN-ШИНЫ

Рассмотрена актуальность развития децентрализованных систем управления. Обоснована необходимость проведения эксперимента для исследования поведения алгоритма распределения ограниченного ресурса в CAN-сегменте на физической модели. Выполнен синтез алгоритма функционирования узла и графа пошагового обмена данными в CAN-сегменте. Сделан анализ полученных в ходе эксперимента данных.

Розглянуто актуальність розвитку децентралізованих систем управління. Обґрунтовано необхідність проведення експерименту для дослідження поведінки алгоритму розподілу обмеженого ресурсу в CAN-сегменті на фізичній моделі. Виконано синтез алгоритму функціонування вузла і графа покрокового обміну даними в CAN-сегменті. Зроблено аналіз отриманих у ході експерименту даних.

The actuality of development of decentralized control systems is considered. The necessity of conducting an experiment to research the behavior of the algorithm of limited resources allocation in the CAN-segment on the physical model is grounded. The synthesis of node operation algorithm and step by step data exchange in CAN-segment graph is made. Obtained in the course of the experiment data are analyzed.

Многие экономические и организационные системы, в их современном представлении не были спроектированы в соответствии с реализацией определенного плана, они появились как результат симбиоза существовавших ранее простых систем. Тот же процесс, непосредственно связанный с технической эволюцией, наблюдается и в системах управления технологическими объектами.

Одним из основных недостатков при применении централизованного подхода для сложных объектов выступает то, что практически невозможно задать критерий управления с достаточной для нормального функционирования системы точностью. Децентрализованный же подход предоставляет возможность задавать критерии локально для отдельных подсистем управления, указывая ограничения, которые сформированы на основе общих правил работы объекта в целом.

Децентрализация - это делегирование задачи управления объектом на уровне интеллектуальных узлов системы управления. Таким образом, децентра-