

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу Дьякова Сергія Олександровича «Динамічне оперативне керування гнучкою виробничою системою в умовах невизначеності», подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування

Темою дисертації є вдосконалення систем автоматичного керування гнучкими виробництвами в умовах збурюючих впливів.

### **Актуальність теми дисертації**

Тема дисертаційної роботи є, безперечно, актуальною. Будь-які реальні виробництва, навіть повністю автоматичні, піддаються різним збуренням - виходам з ладу виробничого обладнання та транспортних систем, збоєм матеріально-технічного постачання, зміні номенклатури виробів і т.д. Особливо це відноситься до таких галузей як будівництво, транспорт і т.п.

Актуальність теми даної дисертації підтверджується тим, що результати досліджень стали складовою частиною науково-дослідних робіт, виконаних на кафедрі технічної кібернетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в рамках міжнародного проекту "Подвійний магістерський диплом по автоматизації / механотроніці країн ЄС – країн партнерів" №517138-TEMPUS-1-2011-1-CZ-TEMP-JPCR., в яких автор брав участь як виконавець.

### **Наукова новизна результатів дисертаційної роботи**

У дисертації С.О. Дьякова вперше розроблена і досліджена система, яка автоматично формує з представленого набору алгоритмів вектор управління, оптимальний при впливі збурень, що діють на ГВС, і який задовольняє наявним зв'язкам і обмеженням в об'єкті управління.

Вперше створено повноцінний набір блоків алгоритмів, з яких формується кінцевий алгоритм управління ГВС, що мінімізує втрати від дії конкретних

збурень, оптимізує завантаження виробничих модулів і враховує структуру та обмеження виробництва.

Вперше розроблена база знань для визначення на основі експертних оцінок порівняльної ефективності використання блоків алгоритмів з створеного набору.

Новим є застосування мультиагентного підходу до автоматизації процесу динамічного оперативного управління, що дозволяє в повній мірі врахувати всі особливості вхідних даних, в тому числі можливу лінгвістичну невизначеність і слабку формалізованість взаємозв'язків.

### **Достовірність отриманих результатів, наукових положень, висновків і рекомендацій**

Викладені в роботі теоретичні положення досить обґрунтовані, підтверджені результатами моделювання. Достовірність і обґрунтованість наукових результатів, методів, висновків і рекомендацій, зумовлені коректним використанням основних положень загальної теорії автоматичного управління, теорії нечітких множин, методів функціонального аналізу, системного аналізу, мультиагентних систем.

**Практична цінність роботи** полягає в тому, що її результати можуть бути використані для підвищення ефективності функціонування ГВС при дії збурень, шляхом автоматизації формування оптимального вектора оперативного управління.

Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для реалізації системи оперативного управління в реальній гнучкій виробничій системі. Даний програмний комплекс повністю реалізує розроблений мультиагентний підхід до автоматизації динамічного оперативного управління на всіх етапах від збору і обробки експертних даних до передачі рекомендованих налаштувань на модулі системи оперативного управління.

**Повнота викладу основних результатів і висновків у опублікованих роботах**



Наукові результати виконаних досліджень відображені в 10 друкованих роботах, з яких 6 є статтями в наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, і 4 - тезами науково-практичних конференцій, в тому числі міжнародних.

Аналіз публікацій свідчить про те, що вони всебічно і повно відображають наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертації.

### **Структура роботи, оцінка змісту і оформлення дисертації**

Дисертація містить всі необхідні структурні частини – вступ, п'ять розділів з висновками в кінці кожного розділу, загальні висновки, список використаних джерел та додатки.

У **вступі** змістовно обґрунтована актуальність дисертаційної роботи, сформульовано її мету та завдання, визначена новизна, описана теоретична і практична цінність отриманих наукових результатів, вказана апробація роботи.

У **першому розділі** розглянуто рівні та задачі керування гнучкою виробничою системою. Визначено провідну роль системи оперативного управління у керування ГВС в реальному часі при виникненні невизначеностей. Введено поняття вирішальних динамічних показників роботи системи оперативного управління ГВС, як основних показників, що впливають на роботу систему в умовах невизначеності. Також надане визначення динамічного оперативного керування, як процесу вибору значень вирішальних динамічних показників, які найкращим чином здатні задовольнити вимоги та обмеження виробничої системи. Здійснено структурно-функціональний аналіз системи оперативного управління та, на його основі, виділено узагальнені вирішальні динамічні показники системи оперативного управління. Формалізовано процес динамічного оперативного управління та звернено увагу на особливості вхідних та вихідних даних. Проаналізовано існуючі підходи до проектування та налаштування компонентів системи оперативного управління.

**Другий розділ** присвячений створенню інформаційного забезпечення процесу автоматизації динамічного оперативного керування. Зокрема, на основі знайдених узагальнених динамічних показників системи оперативного

управління, розроблено класифікатор, що містить конкретні величини та їх значення для кожного показника. Детально розглянуто можливість використання у системи оперативного управління всіх варіантів значень вирішальних динамічних показників. Описано вимоги та обмеження ГВС, що враховуються при здійсненні динамічного оперативного керування. Зокрема, класифіковано невизначеності, що можуть виникати у ГВС. Встановлено логічну послідовність визначення значень вирішальних динамічних показників та врахування вимог і обмежень. На основі встановленої послідовності побудовано концептуально модель системи оперативного управління як об'єкта динамічного керування.

У **третьому розділі** дисертант обґрунтував необхідність застосування мультиагентного підходу до автоматизації динамічного оперативного керування та детально описав застосований підхід на основі нечіткої метайдентифікації. Розглянуто використання експертних методів для встановлення кількісних оцінок реляційних зв'язків між показниками, що необхідно визначити та вимогами ГВС. Описано процес створення та функціонування агентно-орієнтованої підсистеми для кожного вирішального динамічного показника та процес послідовної взаємодії окремих підсистем в межах гнучкого інтелектуалізованого мультиагентного середовища.

У **четвертому розділі** представлено алгоритмічне та програмне забезпечення системи динамічного оперативного керування, що реалізують розроблений мультиагентний підхід. Основу програмного комплексу складають система підтримки прийняття рішень та база знань експертів.

У **п'ятому розділі** застосовано розроблений програмний комплекс для системи динамічного оперативного керування на тестових конфігураціях ГВС. Здійснене моделювання роботи ГВС, з урахуванням роботи системи динамічного оперативного керування та без неї, показує ефективність розроблених підходів за показниками середньої тривалості операцій та середнього простою транспортних модулів.

У **висновку** сформульовані основні результати дисертаційної роботи.



### **Ідентичність змісту автореферату й основних положень дисертації**

Автореферат є ідентичним переліку основних наукових положень і висновків дисертаційної роботи. Текст автореферату повністю характеризує рівень наукової новизни і практичної цінності досліджень здобувача, а також показує його особистий внесок у вирішення наукової проблеми, яка була визначена в роботі.

### **Відповідність дисертаційної роботи спеціальності**

Дисертаційна робота С.О. Дьякова за змістом, обсягом і оформлення повністю відповідає спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування, по якій вона представляється до захисту.

### **Зауваження до роботи**

Позитивно оцінюючи роботу в цілому, хочемо викласти деякі критичні міркування і побажання:

1. Текст роботи перенасичений аббревіатурами (близько п'ятдесяти), які не є загальноприйнятими, і це, незважаючи на наявність списку скорочень, значно ускладнює її читання.

2. Найбільші труднощі для розуміння сенсу роботи викликає вживана в ній термінологія, що відрізняється від прийнятої в близькій предметній області - автоматичному регулюванні. Наприклад, термін "невизначеність" означає "збурення" у вигляді різного роду несправностей, спонтанних змін планів і т.п.; "динамічні показники роботи системи динамічного керування" - просто назви алгоритмів. Не зрозуміле значення терміна "*вирішальні* динамічні показники". Терміни "керування" і "управління" по тексту роботи використовуються то як самостійні, то як синоніми. Часто важко помітна різниця між застосовуваними термінами, наприклад, СОУ та СДОК.

3. Функціональні схеми системи управління (рис.1.2, рис.1.5 і рис.4.1) виконані без урахування загальноприйнятих норм і позначень для систем автоматичного керування.

4. Не є очевидним те, в якій формі приходить від виконавчої підсистеми ГВС до системи динамічного оперативного керування інформація про

виникаючі збурення і на якому етапі здійснюється їх класифікація за вказаними видами.

5. На рис.2.6 і рис.2.7 для однієї і тієї ж системи послідовність вибору значень ВДП чомусь відрізняється.

6. Одним з ключових компонентів розробленої системи є база знань для визначення порівняльної ефективності використання блоків алгоритмів зі створеного набору. Наповнення розробленої бази знань здійснюється описаними методами експертних оцінок, проте не наведено механізми і критерії відбору власне експертів, що може вплинути на якість бази знань і в кінцевому рахунку на кінцевий результат роботи системи.

7. Основним своїм досягненням автор вважає розробку модуля динамічної корекції алгоритмів управління СОУ ГВС. Можна було б навести рекомендації щодо впровадження та інформаційного узгодження розробленого модуля з існуючими СОУ ГВС. З нашої точки зору це практично неможливо зробити без значного доопрацювання існуючих СОУ. Простіше, вочевидь, просто використовувати СОУ ГВС, які також розроблені автором.

Викладені зауваження в більшості своїй відносяться до розряду побажань або носять редакційний характер, неминучі в будь-якій дисертації, можливо, суб'єктивні і суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

### **Загальні висновки**

Дисертація С.О. Дьякова за рівнем теоретичних і експериментальних досліджень є завершеною роботою, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і практичні результати, які в сукупності вирішують важливу науково-прикладну проблему підвищення ефективності роботи гнучких виробничих систем в умовах невизначеності.

За змістом і отриманими результатами дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор, Дьяков Сергій Олександрович, заслуговує присудження йому наукового

ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Офіційний опонент – завідувач відділу  
автоматичного регулювання процесів зварювання і  
нанесення покриттів Інституту електрозварювання  
ім. Є.О. Патона

НАН України, доктор технічних наук



Ю.М. Ланкін

Підпис Ю.М.Ланкіна підтверджую  
Начальник відділу кадрів



О.М. Поіхало