

## **В І Д Г У К**

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Ярмілка Андрія Васильовича  
на тему: „Інформаційна технологія управління високотемпературними  
виробничими процесами за даними відеоспостереження”  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за  
спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### **Актуальність теми дисертації**

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій управління виробничими процесами характеризується широким впровадженням керування за візуальною інформацією і, відповідно, систем технічного зору. Використання таких систем забезпечує оперативний і безконтактний спосіб отримання діагностичної інформації у широкому діапазоні сигналів та визначення за нею просторових, спектральних, енергетичних та інших технологічно значимих параметрів керованих процесів. Подальший розвиток даного підходу потребує розробки нових методів обробки відеоданих та технологій гнучкого управління виробничими системами. Особливо гостро це проявляється в управлінні процесами високотемпературної обробки зокрема – високодинамічних процесів зварювання, лазерної, електронно-променевої обробки, в яких візуальні сигнали, з огляду на фізичну природу технологічних перетворень, мають високий рівень інформативності, однак потребують обробки та використання у реальному масштабі часу.

Автор справедливо пов'язує вирішення зазначених завдань з пошуком нових методів інтеграції візуальної інформації у системах керування та прийняття рішень, вдосконаленням методів виділення інформаційних ознак, забезпеченням ефективної апаратно-програмної підтримки процесів візуалізації та управління. Доречними і відповідними сучасним тенденціям розвитку науки і техніки є пошуки рішень на шляху надання системам керування виробничого призначення інтелектуальних ознак, виділення у їхньому складі рівнів прийняття рішень тактичного та стратегічного характеру, більш комплексного використання даних спостереження.

З огляду на зазначені обставини, тема дослідження є актуальною та відповідною сучасним науковим напрямам.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їхня достовірність і новизна**

Дисертація складається з п'яти розділів, у яких послідовно вирішуються такі задачі: дослідження впливу факторів формування видової сцени та

способів її інтерпретації; визначення методу оцінки параметрів зони обробки за растровим представленням результатів відеоспостереження і отримання ефективної реалізації програмних компонентів системи технічного зору; визначення загальних принципів та розробка ефективного методу управління виробничою системою за даними візуалізації; визначення вимог до програмних середовищ забезпечення модельно-орієнтованого керування у вбудованих системах реального часу, розробка методики їхньої оцінки; експериментальне дослідження запропонованих моделей та методів.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, впливає з наступного:

1) теоретичні дослідження базуються на сучасних досягненнях у галузі аналітичного та імітаційного моделювання, теорії надійності, теорії ігор, теорії ймовірностей та математичної статистики, методів математичної обробки цифрових зображень, які спираються на теорію фільтрації та теорію розпізнавання образів;

2) отримані нові теоретичні рішення узгоджуються з відомими даними теоретичного та практичного характеру;

3) результати дослідження отримали широку апробацію у науковому експертному середовищі.

### **Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі**

Зазначені у дисертації нові наукові результати полягають у наступному:

–вперше запропоновано метод формування поведінкової стратегії інтелектуального технологічного модуля за даними відеоспостереження, що передбачає адаптацію виробничої системи за допомогою модифікації моделі управління при зміні прогнозу її функціонування на основі екстремального принципу управління цільовим параметром, який, на відміну від існуючих, забезпечує вироблення стратегії експлуатації інтелектуального модуля у виробничому середовищі на основі економічних критеріїв за результатами прогнозування та оптимізації;

–вперше розроблено метод оцінки динамічних характеристик середовища функціонування системи інтелектуального управління на базі вбудованих систем реального часу зі зміною моделей функціонування, який відрізняється комплексністю врахування їхніх характеристик, що дозволяє отримати оцінку ефективності реалізації системи інтелектуального управління на конкретній програмно-апаратній платформі;

–набули подальшого розвитку методи візуалізації на основі спектральної пірометрії за рахунок урахування у моделі візуалізації температурних та технологічних умов протікання високотемпературних фізико-технічних

процесів, що дозволило знизити обчислювальну складність задачі обрахунку поля температур за кольоровим растровим зображенням зони обробки;

–набули подальшого розвитку методи візуалізації в частині модельного представлення технологічної області процесу зварювання та використання роздільної поетапної обробки відеоданих, отриманих за окремими спектральними каналами, що дозволило знизити розмірність задачі виявлення та локалізації у зоні спостереження артефактів із заданими показниками температури, забезпечити стиснення первинних растрових даних відеоспостереження кольорових видових сцен високотемпературних процесів обробки;

–набули подальшого розвитку методи імітаційного моделювання виробничих систем, що дозволило отримати імітаційні моделі виробничих модулів високотемпературної обробки та динамічні моделі реального часу візуальних ефектів технологічних процесів зварювання.

Наукова новизна викладених у дисертаційному дослідженні результатів сумнівів не викликає. Їхня достовірність підтверджується результатами моделювання та експертними оцінками.

### **Важливість для науки і народного господарства одержаних результатів та шляхи їх використання**

На основі отриманих результатів запропоновано метод інтеграції даних відеоспостереження в процес управління виробничою системою, який дозволяє підвищити адаптивність виробничого обладнання та, за умови можливості підтримувати декілька експлуатаційних режимів, забезпечити формування оптимальних стратегій його використання. За рахунок цього очікується підвищення продуктивності обладнання та вдосконалення процедур контролю якості. Важливим наслідком застосування розробленої технології управління є підвищення коефіцієнтів технічного використання і оперативної готовності виробничого обладнання, яке досягається за рахунок оптимізації виробничої програми та обслуговуючих операцій.

Отримано також нові методи та засоби обробки зображень, які забезпечують нижчий рівень інформаційної надлишковості модельних представлень видових сцен високотемпературної обробки та вищу швидкодію.

Розроблено нові засоби оцінки ефективності середовищ функціонування програмних додатків, орієнтованих на підтримку запропонованого методу управління у вбудованих системах реального часу, які забезпечують комплексність урахування їх значимих властивостей і параметрів.

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи впроваджені на двох підприємствах-розробниках спеціального технологічного обладнання (ТОВ «Інекс Системз» та ТОВ «Інфра-Центр»), а також у Черкаському

національному університеті ім. Б.Хмельницького та у Черкаському державному технологічному університеті, де знайшли використання у навчальному процесі при викладанні ряду спеціальних дисциплін та у науковій роботі. Результати впровадження підтверджені відповідними довідками та актом впровадження.

### **Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях**

Основні положення дисертаційної роботи повністю відображені у 21 наукових працях, серед яких 7 статей – у фахових виданнях з переліку ВАК України, 1 стаття – у міжнародному виданні, 13 публікацій – у збірниках матеріалів міжнародних конференцій, одна з яких – дистанційна.

Результати дисертаційної роботи здобувача пройшли апробацію на 13 наукових конференціях, а також на наукових семінарах.

### **Відповідність дисертації встановленим вимогам**

Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою, послідовно та логічно. Оформлення дисертації відповідає вимогам, що висуваються до дисертаційних робіт. Стель викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

### **Зауваження до дисертації:**

1. Робота претендує на узагальнення питань керування виробничими системами з використанням візуального каналу отримання даних, проте в доведенні ряду висунутих гіпотез використано моделі, які відображають властивості лише деяких конкретних технологічних процесів високотемпературної обробки.

2. Зазначено використання методів теорії надійності для визначення стану виробничої системи, проте використання даного підходу представлено лише на якісному рівні.

3. Запропоновано виконувати обробку даних візуалізації з метою визначення показників надійності, однак не представлено моделі обробки у вигляді функціональних залежностей.

4. При використанні у якості прогнозуючої моделі функції залишкового ресурсу не досліджено її параметри для модельованої виробничої ситуації.

5. Проведене дослідження експлуатаційної ефективності виробничого модуля спирається на дані моделювання лише однієї виробничої функції, що звужує поле для формування висновків.

6. У дослідженні продуктивності програмних платформ при підтримці

модельно-орієнтованого підходу до забезпечення функціонування запропонованого методу управління в реальному масштабі часу не представлено оцінку ефективності підтримки моделей надійності.

7. Ряд положень підрозділу 4.5 щодо умов забезпечення технологічно прийняттого рівня якості візуальних ознак у тексті дисертації не підкріплено експериментальними та розрахунковими даними.

Наведені зауваження в цілому не впливають на загальну позитивну оцінку наукової значимості і практичної цінності представленої дисертаційної роботи.

### **Загальні висновки**

Дисертація Ярмілка Андрія Васильовича „Інформаційна технологія управління високотемпературними виробничими процесами за даними відеоспостереження” є завершеним науковим дослідженням, яке присвячене вирішенню важливого науково-технічного завдання підвищення експлуатаційної ефективності виробничого обладнання за рахунок використання нових інформаційних технологій гнучкого керування на тактичному та стратегічному рівнях з використанням даних, отриманих за допомогою візуального каналу спостереження за робочою зоною.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології. Матеріали дисертації достатньо апробовані, доповідались на міжнародних і всеукраїнських конференціях та наукових семінарах.

За актуальністю розв’язаних задач, обсягом проведених досліджень, науковим рівнем, практичною цінністю, апробацією та публікаціями дисертація відповідає встановленим вимогам щодо кандидатських дисертацій, а її автор Ярмілко Андрій Васильович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент:

завідувач відділу теорії надійності  
та ефективності засобів обчислювальної техніки  
Інституту проблем математичних машин  
і систем НАН України,  
доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник

В. П. Стрельников

*Владислав Стрельников*  
Завідувач



*Владислав Стрельников*

*Стрельников В. П.*