

ВІДГУК

ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата технічних наук Артамонова Євгена Борисовича

на дисертаційну роботу Ярмілка Андрія Васильовича

на тему: «Інформаційна технологія управління високотемпературними

виробничими процесами за даними відеоспостереження»,

яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних

наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

1. Актуальність обраної теми дисертації

Сучасне виробництво неможливе без використання інформаційних технологій на всіх рівнях керування процесом. В останні десятиліття з метою моніторингу виробничих процесів, управління обладнанням, діагностування стану виробів набуло поширення використання систем аналізу візуальної інформації. Дане направлення використання візуальних засобів у виробництві набуло назви технічний зір, а побудовані за даним принципом інформаційні системи мають вже достатньо тривалу історію та вагомі досягнення.

Останнім часом даний напрям знаходить розвиток у контексті загальної інтелектуалізації виробничого обладнання. При цьому перевагою використання візуального каналу визнається безконтактність та оперативність отримання даних, можливість використання надзвичайно широкого частотного діапазону сигналів. Сучасні концепції та технології управління виробничими процесами ставлять задачі розробки інформаційних технологій, які б дозволили більш повно використовувати візуальну інформацію на всіх етапах життєвого циклу виробів та виробничого обладнання з метою підвищення ефективності функціонування виробничих систем.

Дисертація Ярмілка Андрія Васильовича присвячена розробці інформаційної технології управління високотемпературними виробничими

процесами гнучкого виробничого модуля з інтелектуальними функціями заданими відеоспостереження перебігу технологічного процесу, яка забезпечує підвищення загальносистемних характеристик обладнання і сприяє реалізації основних принципів ефективності виробничих процесів за рахунок вдосконалення інформаційних процесів і моделей управління та візуалізації. У дисертації вирішуються наступні актуальні задачі:

а) розробка способів інтерпретації видових сцен високотемпературних процесів при виділенні інформаційних ознак;

б) розробка методу оцінки параметрів зони обробки за растровим представленням результатів відеоспостереження для систем реального часу та отримання на його основі ефективної реалізації програмних компонентів системи технічного зору;

в) розробка ефективного методу управління виробничою системою високотемпературної обробки за даними візуалізації;

г) формування вимог до засобів забезпечення модельно-орієнтованого управління за візуальною інформацією у вбудованих системах реального часу та розробку методики їхньої оцінки.

Дисертаційна робота виконана у відповідності до планів науково-дослідних робіт Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького та Інституту проблем математичних машин і систем НАН України.

Наукові проблеми та завдання, які розв'язуються у рамках дисертаційної роботи, є важливими і актуальними, а також розкривають перспективи подальших досліджень існуючих проблем впровадження інформаційних технологій та інтелектуалізації управління виробничими процесами.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Теоретичні та практичні здобутки автора дисертаційного дослідження представлені набором обґрунтованих рішень щодо реалізації інформаційної

технології управління високотемпературними виробничими процесами заданими відеоспостереження, розробки відповідних компонентів системи технічного зору та системи інтелектуального управління, рекомендацій щодо їх практичного застосування.

У своєму дослідженні Ярмілко А.В. спирається на сучасну постановку завдань управління виробничими процесами, положення національних та міжнародних стандартів, міжнародних науково-технічних програм, а також аналіз поточного стану, проблематики і методології використання методів візуалізації у виробничих системах та практичні досягнення в окресленій галузі. Автором обґрунтовано необхідність пошуку комплексних стратегій управління виробничими системами і процесами та окреслено коло питань, які потребують вирішення при впровадженні у них методів візуалізації: розвиток методів інтеграції візуальної інформації у системах керування та прийняття рішень; розробка методів виділення інформативних ознак; забезпечення рівня параметрів інформаційних процесів візуалізації на рівні вимог керування сучасними виробничими системами.

Представлені у дисертації пропозиції щодо застосування методів візуалізації у діагностиці та управлінні високотемпературними процесами обробки ґрунтуються на аналізі візуальних ознак фізико-технічних методів обробки, огляді існуючих моделей області технологічної дії. Враховано можливі способи та методи отримання відеоданих, методологічні питання щодо їхньої інформативності та якості розпізнавання. Доведено, що запропоновані математичні моделі області технологічної дії процесу зварювання на основі простих геометричних фігур та моделі трансформації зображення видової сцени високотемпературного процесу у множину ознак забезпечують зниження надлишковості даних візуалізації, а використані методи їхньої побудови – суттєво нижчу обчислювальну складність при збереженні достатнього для задач управління рівня точності.

Теоретичні положення, на яких ґрунтується розроблена Ярмілком А.В. інформаційна технологія управління, експериментально перевірено на

множині моделей виробничих систем. Наведені у дисертації результати демонструють позитивні висновки за всіма пунктами програми експериментів та створюють базу, на якій автором обґрунтовано напрями і межі застосування розробленої інформаційної технології та сформовано рекомендації щодо способів її інтеграції у виробничі системи.

Проведена експертиза дисертаційної роботи дозволяє зробити висновок про достатню обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, поданих у дисертації.

3. Достовірність та новизна отриманих результатів

Наукова новизна роботи полягає в подальшому розвитку та удосконаленні існуючих, а також в обґрунтуванні ряду нових теоретичних і прикладних положень щодо застосування методів візуалізації та управління високотемпературними виробничими процесами.

До нових наукових результатів, що одержані в результаті дисертаційного дослідження Ярмілка А.В., можна віднести такі:

1. 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;
- 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.

2. 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;
- 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;
- імітаційне моделювання виробничих систем, що дозволило отримати імітаційні моделі виробничих модулів високотемпературної обробки та динамічні моделі реального часу візуальних ефектів технологічних процесів зварювання.

Достовірність та об'єктивність отриманих результатів та висновків підтверджується проведеними експериментальними дослідженнями, а також апробацією кінцевих результатів.

4. Теоретична й практична значимість наукових результатів

Наведені у дисертаційній роботі наукові результати у своїй сукупності утворюють нову інформаційну технологію управління високотемпературними виробничими процесами за даними відеоспостереження, що реалізована у вигляді системи управління гнучким виробничим модулем з інтелектуальними функціями за даними

відеоспостереження перебігу технологічного процесу, компонентів відповідної системи технічного зору та методики оцінки динамічних характеристик конкретних програмно-апаратних платформ реального часу як середовища функціонування розробленої системи інтелектуального управління. Теоретична та практична значимість дисертації відображена у висновках, які є результатом проведених досліджень і відповідають змісту й сутності роботи та сформульованим пунктам наукової новизни.

Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості суттєвого підвищення (на 5-30%) експлуатаційної ефективності виробничого обладнання високотемпературної обробки, у забезпеченні високої швидкодії та технологічно прийнятної точності виділення за зображеннями видових сцен візуальних ознак, актуальних для задач управління та діагностики високотемпературних процесів, а також у можливості прогнозування станів виробничого обладнання. Методики моделювання та дослідження ефективності виробничого обладнання мають перспективи використання: а) для оцінки прототипів обладнання з метою забезпечення характеристик, оптимальних для ефективної експлуатації на виробництвах з конкретними технологічними циклами; б) для оперативної техніко-економічної експертизи пакетів технологічних завдань; в) оцінки ефективності середовищ функціонування вбудованих систем керування реального часу при виборі програмної платформи для створення інформаційних систем із заданими динамічними та ресурсними властивостями.

Методи, запропоновані у дисертації, та розроблена інформаційна технологія прийняті до впровадження в практичну діяльність розробниками лазерного технологічного обладнання ТОВ «Інекс Системз» та ТОВ «Інфра-Центр» (м. Черкаси) (довідки від 30.07.2014 та 02.04.2015), а також у навчальний процес і наукову діяльність Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (акт впровадження від 22.09.2014) та Черкаського державного технологічного університету (довідка від 15.04.2015).

5. Відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота написана сучасною науково-технічною мовою, викладення матеріалу – послідовне і логічне. Стиль викладення забезпечує доступність сприйняття матеріалів досліджень, наукових положень, висновків та рекомендацій. Оформлення дисертації відповідає чинним вимогам. За своїм змістом, фаховим спрямуванням, рівнем наукової новизни та практичною значимістю дисертаційна робота відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д 26.204.01 в Інституті проблем математичних машин і систем НАН України та спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

6. Повнота викладу результатів дисертаційної роботи у опублікованих працях

Матеріали дисертаційної роботи Ярмілка А.В. повністю викладено у 21 науковій публікації, 10 з яких виконані у співавторстві. Серед них 1 статтю опубліковано у зарубіжному науковому виданні, 7 статей – у фахових виданнях, затверджених ВАК України, та 13 робіт опубліковано у збірниках матеріалів конференцій.

Результати дисертаційної роботи пройшли достатню апробацію на 11 міжнародних і з міжнародною участю та 2 національних науково-практичних конференціях. Автореферат повністю відображає зміст, структуру, а також основні положення дисертаційної роботи.

7. Зауваження щодо змісту дисертації

1. У пункті 2.1.1.1 «Показники якості та параметри управління і діагностики технологічного процесу зварювання» не вказано, чи вдалось отримати відповідні математичні моделі.

2. У підрозділі 2.6 «Якість розпізнавання зображень» не зазначено, яким чином вимірюється показник втрати, викликаний помилками розпізнавання та яка величина втрат є допустимою.

3. У підрозділі 3.5 «Інтелектуальний регулятор для систем керування технологічними процесами з візуальним каналом зворотного зв'язку» не вказано, які саме параметри системи коригуються адаптивно.

4. Автором недостатньо розглянуті можливі технічні проблеми реалізації інформаційної технології. Зокрема, не зазначено, як програмно вирішуються проблеми впливу зміни освітлення.

5. У табл. Л.1 не подано розшифровку параметрів стану виробничої системи, позначених S0, S1, S2, S3.

6. На тлі в цілому технічно та лінгвістично грамотного тексту мають місце неточності перекладу та незначні орфографічні помилки (на стор. 109 – у п.2 підрозділу 4.1 пропущено слово «за», на стор. 132 – використано термін «яркостних»).

Проте ці зауваження не зменшують наукову цінність одержаних в дисертації результатів, а можуть розглядатись як побажання в покращенні викладу основних положень та як напрями подальшої творчої роботи автора.

8. Загальні висновки

Дисертація Ярмілка Андрія Васильовича на тему «Інформаційна технологія управління високотемпературними виробничими процесами за даними відеоспостереження» відповідає вимогам п.п. 11, 13, 14 діючого «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Дисертація є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що розв'язують науково-практичне завдання розробки інформаційної технології управління високотемпературними виробничими процесами за даними відеоспостереження з метою підвищення якості управління та інтелектуалізації виробничих систем. Вказані зауваження суттєво не зменшують загальну позитивну оцінку роботи.

