

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертацію Бабкової Надії Вікторівни

**«МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ
ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПРОЦЕСІВ»**,

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми роботи

Зараз практично усі сфери людської діяльності пов'язані зі стрімким розширенням застосувань інформаційно-комунікаційних технологій. Як наслідок, посилюється необхідність суттєвого вдосконалення підходів та методів щодо автоматизації збору, оброблення та зберігання інформації для вирішення прикладних завдань. У цьому контексті важливим науковим напрямом досліджень і прикладних розробок є створення вискоелективних автоматизованих інформаційних систем обробки даних, що забезпечують підставу для здійснення завдань управління, зокрема на основі аналізу високоінформативних даних цифрових зображень.

Проблема вдосконалення процедур автоматизованої обробки цифрової інформації, що дозволить підвищити працездатність технологічних систем, зокрема в комплексах моніторингу стану фізичних об'єктів, в теперішній час набуває особливої важливості у зв'язку з необхідністю забезпечення високої якості контролю теплофізичних характеристик матеріалів і виробів як на стадії технологічного контролю в процесі виробництва, так і на стадії контролю якості готових виробів при різноманітних режимах експлуатації. Тому дисертаційна робота Бабкової Н.В. «Моделі та інформаційна технологія ідентифікації фізичних параметрів високотемпературних процесів», яка присвячена вирішенню науково-практичної задачі підвищення ефективності процесу визначення теплофізичних параметрів на основі розроблення моделей і методів обробки зображень та інформаційної технології ідентифікації фізичних параметрів температурних процесів, є актуальною.

Зв'язок дослідження з галузевими науковими програмами, пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки

Дисертаційна робота виконана на кафедрі інтелектуальних комп'ютерних систем НТУ «ХП» у межах держбюджетних НДР МОН України «Розробка математичних моделей та методів розв'язання задач інтелектуальної обробки інформації» (ДР № 0108U003926) та «Розробка моделей та методів для інформаційно-пошукових, лексикографічних інтелектуальних систем» (ДР № 0111U002258), у яких здобувачка брала

участь як виконавець.

Мета і задачі дослідження

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності визначення теплофізичних параметрів процесів на основі розроблення моделей, методів та інформаційної технології цифрової обробки зображень. Для досягнення цієї мети поставлено та вирішено задачі:

- проаналізувати існуючі інформаційні технології, моделі та методи визначення фізичних параметрів високотемпературних процесів і сформулювати основні вимоги до розробки інформаційного забезпечення підсистеми ідентифікації теплотехнічних характеристик об'єктів процесу;
- дослідити можливість використання інструментів теорії зору людини та апарату цифрової обробки зображень в задачах конвективного теплообміну;
- розробити метод визначення температурних полів за цифровим зображенням процесу з використанням методу компарації для визначення довжин хвиль, які випромінює поверхня, котру фотографують;
- побудувати дискретну математичну модель процесу передачі тепла для визначення оптимальних теплофізичних характеристик об'єкта;
- удосконалити інформаційну технологію визначення теплофізичних параметрів і побудови температурних полів теплового процесу;
- впровадити результати дослідження в практику побудови підсистем температурного контролю теплофізичних параметрів високотемпературних процесів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Розроблені у дисертаційній роботі Бабкової Н. В. моделі, висновки та рекомендації достатньо аргументовані. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій базується на аналізі науково-технічних джерел за даною проблемою, коректному визначенні мети й постановці задач дослідження, використанні новітніх методів дослідження, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів, якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату. Отримані результати не суперечать відомим поняттям і визначенням, а доповнюють і розвивають їх, що підтверджує умотивованість наукових положень та рекомендацій, а також сформульованих у роботі результатів дослідження.

Достовірність результатів досліджень

Достовірність положень, висновків і рекомендацій дисертації забезпечується чіткою постановкою завдання розроблення інформаційної технології щодо визначення теплофізичних параметрів високотемпературних процесів на основі моделі кольорового зору людини й дискретної моделі передачі тепла та адекватним використанням перевірених принципів і методів теорії обробки цифрових зображень, теорії інтелекту та алгебри скінченних предикатів, компараторної ідентифікації, теорії ймовірності та методів дистанційного визначення теплофізичних параметрів. Отримані в дисертаційній роботі результати обґрунтовані математичними викладками та підтверджуються результатами обчислювальних експериментів.

Основні наукові новації дисертації полягають у наступному:

– *уперше* запропоновано розв'язання зворотної задачі конвективного теплообміну на основі використання інструментів алгебри скінченних предикатів і теорії цифрової обробки зображень, що дозволяє визначити характеристики об'єкта, який випромінює, за його цифровим зображенням;

– *отримав подальший розвиток* метод визначення температурних полів за цифровим зображенням процесу, що дозволяє вирішити задачу визначення фізичних параметрів оребраних структур;

– *удосконалено* метод визначення теплофізичних параметрів і побудови температурних полів теплового процесу на основі тривимірної моделі кольорового зору людини й розробленої дискретної моделі передачі тепла в оребраних трубах, що дозволяє визначити оптимальні значення параметрів оребрення в процесі передачі тепла від нагрітих газів у робоче середовище;

– *удосконалено* інформаційну технологію визначення фізичних параметрів і побудови температурних полів теплового процесу, яка дозволяє автоматизувати процес обробки теплотехнічної інформації та вдосконалити процес моніторингу стану об'єкта за рахунок визначення зон накладення температурних полів.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання

Прикладна вагомість результатів дисертації полягає у формуванні математичного, алгоритмічного, інформаційного, програмного та іншого забезпечення системи автоматизованої обробки зображень високотемпературних процесів для забезпечення систем моніторингу стану фізичних об'єктів релевантною інформацією для прийняття рішень. Практичне значення роботи підтверджується впровадженням результатів у

програмно-апаратний комплекс теплового моніторингу енергетичного обладнання Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, а також у систему моніторингу стану фізичних параметрів обмежувачів перенапруг, нелінійних для мереж різних класів номінальних напруг, які входять до складу АК «Харківобленерго».

Теоретичне значення результатів дисертації полягає у тому, що вони розвивають науково-методичну базу створення та використання інформаційних технологій оброблення даних у режимі реального часу на основі теорії інтелекту та методу компараторної ідентифікації, які комплексно застосовуються при створенні інформаційно-логічних моделей обробки зображень високотемпературних процесів, що дозволяє знизити час оброблення для ідентифікації фізичних параметрів за рахунок інтелектуалізації аналізу цифрових зображень.

Теоретичні аспекти роботи використано у навчальному процесі кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях

Усі головні наукові результати, висновки і рекомендації дисертації опубліковано у 15 наукових працях, у тому числі 8 статей у фахових виданнях України (3 індексуються у наукометричних базах), 7 – у матеріалах конференцій. Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів повністю відповідають вимогам МОН України.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Бабкової Н.В. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку джерел і додатку.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертаційної роботи, достатньо повно відображає отримані здобувачем основні наукові результати, написаний грамотно та з використанням сучасної наукової термінології. Оформлення дисертаційної роботи й автореферату відповідає канонам державних стандартів та ДАК України.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, показано зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, представлено наукову новизну та практичне значення результатів, наведено інформацію щодо апробації результатів дослідження та висвітлення їх у публікаціях.

У першому розділі наведено систематизацію методів створення інформаційних технологій на базі цифрової обробки зображень для ідентифікації фізичних параметрів високотемпературних процесів. Обґрунтовано доцільність створення автоматизованої технології вимірювання теплофізичних параметрів високотемпературних процесів, що більш ефективно вирішує задачі в сферах: енергозбереження та зниження втрат теплоти в навколишнє середовище; моніторинг змін характеристик матеріалів в ході експлуатації; дослідження властивостей конструкційних, тепло- і електроізоляційних матеріалів; технологічний контроль при виробництві матеріалів; контроль якості виробів при різних режимах експлуатації. Визначені у ході аналізу недоліки, невирішені проблеми і задачі автоматизації визначення теплофізичних параметрів створили основу постановки задач дисертаційної роботи.

Другий розділ присвячено обґрунтуванню застосування методу компараторної ідентифікації лінійних об'єктів та моделі кольорового зору для визначення довжини хвилі, яку випромінює поверхня досліджуваного об'єкта, і побудови температурних полів. Запропоновано модель визначення поля розподілу довжин хвиль для пікселів аналізованого зображення з урахуванням його якості, яка визначається автоматизовано. Досліджено методи цифрової обробки зображень, які використовуються для підвищення якості вхідних даних, вивчено особливості застосування методів поелементного перетворення цифрових зображень.

У третьому розділі досліджено задачу кондуктивного теплообміну як основи для застосування безконтактних методів визначення фізичних параметрів високотемпературних процесів. Здійснено моделювання психофізичного експерименту в галузі теплотехніки з використанням методу компараторної ідентифікації та апарату алгебри скінченних предикатів, що стало підґрунтям для створення інформаційної технології формування розподілу температурних полів, та запропоновано модель визначення теплофізичних параметрів високотемпературних процесів на основі обробки їх зображень. Моделювання цифрового простору кольорового зображення для теплових процесів подано у вигляді інтегральних рівнянь щодо співвідношення кольору й яскравості зображення.

У четвертому розділі наведено удосконалення інформаційної технології визначення фізичних параметрів і побудови температурних полів теплового процесу, яка включає функції: отримання даних з цифрового зображення; визначення величин коефіцієнтів теплопровідності, температуропровідності та теплоємності; визначення зон накладення

температурних полів та оптимальних параметрів оброблення в процесі передачі тепла від нагрітих газів в робоче середовище.

Висновки до розділів та за загальними результатами роботи сформульовані достатньо чітко і виразно, відповідно до змісту дисертації.

Зауваження до дисертації

1) Автор пропонує інформаційну технологію визначення розподілу температурного поля на основі отриманого зображення об'єкта, спираючись виключно на моделі людського зору. Вважаю, що можливості такої технології більш універсальні. Доцільно розглянути, наприклад, узагальнення щодо використання довільних моделей оброблення зображення з необхідними властивостями, а також щодо розширення діапазону довжини хвиль, не обмежуючись частиною спектру, що сприймає людина.

2) Із матеріалів дисертації незрозуміло, яким чином впливають застосовані методи інтелектуального оброблення зображення (вид контрастування, способи перетворення, досягнуті показники якості) на кінцевий результат – значення параметрів високотемпературних процесів.

3) Матеріал роботи (підрозділ 3.4) не містить дослідження щодо впливу точності наближених розрахунків на результат вирішення задачі теплообміну та на показники застосування технології в цілому.

4) Було б доцільно більше уваги приділити особливостям реалізації розробленої інформаційної технології, надати оцінку програмних рішень, розкрити шляхи розвитку та застосування отриманих результатів.

5) У підрозділах 4.1, 4.2 роботи коротко описано програмну реалізацію розроблених моделей та алгоритмів, але не наведено жодного обґрунтування щодо вибору програмних засобів чи середовища реалізації, було б доречно здійснити аналіз чи викласти особливості впровадження отриманих програмних рішень.

6) У тексті дисертаційної роботи не наведено, яким чином та у якому форматі зберігаються дані щодо отриманої інформації про значення обчислюваних фізичних параметрів, спектральні образи та відповідні теплофізичні ознаки. Не зрозуміло також, яким чином організовано взаємодію з базами даних інших підсистем комплексу.

7) Ряд деталей роботи потребують пояснень. Не зовсім зрозуміло, що покладено в основу обчислення відносної похибки вимірювань (підрозд. 4.1), яким чином оцінювався час оброблення даних із застосуванням створених технологій, чому обмежено формати використовуваних вхідних зображень тощо.

