

ВІДГУК

офіційного опонента

кандидата технічних наук, доцента

Кардашука Володимира Сергійовича

на дисертацію Береста Олег Борисовича

на тему: «**Методи класифікації функціонального стану технологічного процесу в автоматизованій системі керування вирощуванням монокристалів**», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Визначальну роль у підвищенні функціональної ефективності АСКТП відіграє достовірність оцінки поточних функціональних станів технологічного процесу за результатами опитування датчиків інформації. Одним із перспективних напрямів підвищення достовірності та оперативності оцінювання поточних функціональних станів технологічного процесу за умов апріорної невизначеності є надання АСКТП властивості адаптивності на основі машинного навчання (самонавчання) та розпізнавання образів. Тому дисертаційне дослідження Береста О. Б., спрямоване на створення основ аналізу і синтезу здатної навчатися системи керування технологічним процесом вирощування великогабаритних скінтіляційних монокристалів має важливе значення як в теоретичному плані, так і для практики розвитку новітніх інноваційних технологій в Україні.

Дисертаційні дослідження виконувалися відповідно до плану науково-дослідних робіт Сумського державного університету за науково-технічними держбюджетними темами «Моделі та методи інформаційних технологій в промисловості та освіті» (ДР № 0109U006555), «Розроблення науково-методичних основ та інформаційних засобів проектування здатних самонавчатися адаптивних систем керування технологічними процесами» (ДР № 0109U001380) і договором про науково-технічне співробітництво між Сумським державним університетом і Інститутом скінтіляційних матеріалів НАН України (м. Харків) від 15.04.2011 р., в яких здобувач був виконавцем окремих етапів.



Таким чином, тема дисертаційної роботи Береста О. Б. безумовно є актуальною.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та додатку і за обсягом відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій з технічних наук. У першому розділі достатньо аргументовано дано критичну оцінку сучасного стану розвитку засобів автоматизації технологічного і показано, що існуючі системи керування вирощування великогабаритних скінтіляційних монокристалів не забезпечують високу функціональну ефективність через нестаціонарність та довольні початкові умови технологічного процесу. Зроблено правильний висновок, що практично всі ускладнення розвитку інтелектуальних систем керування в основному пов'язані з проблемами науково-методологічного характеру і обумовлені гострим дефіцитом робочих алгоритмів оптимізації просторово-часових параметрів функціонування, які впливають на функціональну ефективність АСКТП за умов апріорної невизначеності.

У другому розділі проаналізовано особливості об'єкту досліджень і обґрунтовано вибрано метод розв'язання головної задачі дисертаційного дослідження. Розроблено модифікацію інформаційного КФЕ оптимізації параметрів функціонування здатної навчатися АСКТП вирощування скінтіляційних монокристалів, яка дозволяє обчислювати функціональну ефективність навчання за умови застосування двох-і трьох альтернативних систем оцінок рішень. Запропоновано категорійні моделі навчання системи підтримки прийняття рішень (СППР) у складі АСКТП, яка дозволяє будувати унімодальні і полімодальні вирішальні правила. З метою розширення функціональних можливостей АСКТП розроблено категорійну модель навчання СППР з гіперциліндроїдними вирішальними правилами, що дозволяє підвищити достовірність оцінки поточного стану технологічного процесу за умови складних конфігурацій апріорних розподілів реалізацій класів розпізнавання, що має місце в практичних задачах. Розроблено

інформаційно-екстремальний метод синтезу СППР з оптимізацією часових параметрів функціонування АСКТП.

Таким чином, розроблений в розділі комплекс категорійних моделей самонавчання СППР, яка є основною складовою АСКТП вирощування великогабаритних монокристалів із розплаву, забезпечує в рамках евристичного підходу релевантність реальному процесу і суттєво спрощує побудову структурних схем алгоритмів навчання.

У третьому розділі на основі експериментальних даних, одержаних безпосередньо за результатами вирощування великогабаритних скінтіляційних монокристалів із розплаву на промисловій установці «РОСТ» розроблено і досліджено алгоритми навчання СППР, які в процесі багатоциклічної ітераційної оптимізації дозволили побудувати безпомилкові за навчальною багатовимірною матрицею вирішальні правила, що доведено фактографічно у вигляді ілюстративного матеріалу. Оригінальними рішеннями можна вважати інформаційний синтез здатної навчатися СППР з гіперциліндрічним класифікатором, побудованим в радіальному базисі бінарного простору ознак.

Важливе науково-практичне значення має розроблений і програмно реалізований алгоритм оптимізації періоду опитування датчиків інформації і часових інтервалів спостереження технологічного процесу, на яких коефіцієнти ПД-регуляторів залишаються незмінними.

Четвертий розділ присвячено впровадженню одержаних результатів для автоматизації технологічного процесу вирощування великогабаритних скінтіляційних монокристалів із розплаву. При цьому запропоновано модифікований метод візуалізації багатовимірних даних, що дозволяє більш об'єктивно оператору оцінювати функціональний стан технологічного процесу. За результатами дослідно-цехових випробувань показано, що середнє відхилення діаметру монокристалу в процесі його вирощування знаходиться в межах 3-5%, що майже вдвічі покращує існуючі показники. Наведено достатньо детальний опис апаратно-програмного інструментарію реалізації здатної навчатися СППР на базі існуючої АСКТП.

Загальні висновки роботи у повній мірі співвідносяться із сформованими у вступі задачами досягнення поставленої мети і дозволяють оцінити ступінь їх розв'язання.

Одержані в роботі за реальними даними результати фізичного моделювання, яке є основним методом доведення в рамках алгоритмічного підходу, переконливо свідчать про працездатність і надійність розроблених методів аналізу і синтезу інтелектуальної АСКТП вирощування сцинтиляційних монокристалів із розплаву та апаратно-програмного інструментарію.

3. Наукова новизна одержаних результатів.

В дисертаційній роботі вперше одержано такі наукові результати:

1. Розроблено новий інформаційно-екстремальний метод аналізу і синтезу здатної навчатися СППР з гіперциліндроїдним вирішальними правилами, в основу якого покладено трьохальтернативну систему оцінок класифікаційних рішень, що дозволило надати системі властивість адаптивності та розширити її функціональні можливості у випадку складних конфігурацій нечіткої компактності реалізацій образів;

2. Удосконалено інформаційно-екстремальний метод оптимізації періоду опитування датчиків інформації та інтервалу спостереження технологічного процесу з незмінними параметрами ПД-регулятора, що дозволило підвищити достовірність і оперативність прийняття керуючих рішень;

3. Удосконалено метод візуалізації даних, представлених в бінарному вигляді, з урахуванням багатомірності об'єкту керування;

4. Отримали подальший розвиток методи оцінки функціональної ефективності здатної навчатися АСКТП та засоби інформаційної технології її проектування.

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень і результатів

Достовірність одержаних наукових результатів і висновків забезпечується коректним використанням сучасних методів машинного навчання і теорії розпізнавання образів, теорії оптимальних і адаптивних систем керування, теорії інформації, статистичної теорії прийняття рішень і категорійного аналізу, використання яких виправдано при евристичному

модельованні систем керування слабо формалізованими процесами. Крім того, достовірність одержаних в дисертації результатів підтверджується збігом результатів теоретичних і експериментальних досліджень, фізичним модельованням розроблених алгоритмів автоматичної класифікації як в лабораторних умовах, так і на об'єкті впровадження.

5. Практичні результати роботи, їх рівень і ступінь впровадження.

На основі узагальнення відомих результатів і застосування нових наукових положень, запропонованих у дисертації, розроблено апаратно-програмний інструментарій проектування здатних навчатися СППР у складі АСКТП вирощування лужно-галоїдних великогабаритних скінтіляційних монокристалів з розплаву за умов апріорної невизначеності.

Результати дисертації впроваджено при модернізації існуючої АСКТП в Інституті скінтіляційних матеріалів НТК «Інститут монокристалів» НАН України (м. Харків, акт впровадження від 22.01.2015 р.) і в навчальний процес Сумського державного університету (м. Суми, акт впровадження від 20.12.2014 р.).

6. Повнота викладення наукових та практичних результатів дисертації в опублікованих роботах, особистий внесок дисертанта в публікації

Основні наукові положення, результати, висновки й рекомендації дисертаційної роботи отримані автором самостійно. По темі дисертації особисто та у співавторстві опубліковано 12 наукових праць, у яких досить повно викладений зміст основних положень дисертації. Серед опублікованих праць 7 статей у фахових наукових виданнях, включаючи одну статтю в закордонному виданні, і 5 тез та доповідей у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій.

7. Зауваження щодо змісту і оформлення дисертації та автореферату

1. В першому розділі слід було б більш повно розглянути особливості керування нестационарними технологічними процесами за умов апріорної невизначеності.

2. При формуванні багатовимірної навчальної матриці слід було б обґрунтувати визначення мінімального репрезентативного обсягу навчальних вибірок для розроблених алгоритмів навчання. Доцільно було б навести розрахунки за критерієм Ст'юдента, щоб визначити наскільки вибірка є репрезентативною і дає достовірний результат.

3. Наведені в розділі 2.4 математичні дослідження асимптотичних властивостей критерію Кульбака доцільно було б винести в додаток дисертаційної роботи, оскільки вони є допоміжними і ускладнюють сприйняття в цілому методу синтезу здатної навчатися СППР.

4. В підрозділі 2.4, на стор. 60, слід було б вказати умови забезпечення рівної ймовірності попадання ознак розпізнавання в свої поля контрольних допусків.

5. В підрозділі 3.1 слід було б аргументувати вибір вхідних даних контрольних допусків і рівнів селекції координат еталонного двійкового вектора класу розпізнавання.

6. З метою узагальнення доцільно для наведеного на стор. 56 критерію оцінки асимптотичної повної ймовірності правильного прийняття рішень розглянути випадок для кількості класів розпізнавання більше трьох.

7. В наведеній в авторефераті в формалізованій постановці задачі мова йде про оптимізацію параметрів навчання СППР, серед яких називається рівень селекції координат еталонних двійкових векторів класів розпізнавання, проте в авторефераті він більше ніде не згадується.

8. В авторефераті, де подається екранна форма результатів функціонування СППР в режимі екзамену, слід було б с практичних міркувань виводити не номер розпізаного класу, а комплекс заходів по стабілізації технологічного процесу.

9. В авторефераті в англійській анотації допущена граматична помилка в слові «control»

Вищенаведені недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку отриманих у дисертаційній роботі результатів.

8. Висновки

Дисертація Береста Олега Борисовича є завершеною науковою роботою, у якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливу науково-технічну задачу підвищення функціональної ефективності здатної навчатися АСКТП вирощування великогабаритних скінтіляційних монокристалів з розплаву. Актуальність і практична важливість результатів роботи підтверджується актом їхнього впровадження в Інституті скінтіляційних матеріалів НАН України (м. Харків).

Таким чином, по актуальності теми, науковій новизні, ступеню обґрунтованості наукових результатів, практичній цінності, повноті викладу результатів у працях здобувача і по оформленню дисертаційна робота повністю відповідає вимогам до кандидатських дисертацій, зокрема, пунктам 9, 11 – 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор Берест Олег Борисович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Офіційний опонент

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Східноукраїнського університету ім. В.Даля,

кандидат технічних наук, доцент

В.С. Кардашук

Підпис офіційного опонента

к.т.н., доцента Кардашука В. С.

засвідчую.

Вчений секретар

Східноукраїнського

університету імені Володимира Даля

національного



Г.О. Бойко