

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд  
за придобиване на образователната и научна степен "Доктор" в

Област на висше образование: 5. „Технически науки”  
Професионално направление: 5.2. „Електротехника, Електроника и Автоматика”  
Научна специалност: „ **Автоматизирани системи за обработка на информация и управление** ”

Автор: маг. инж. Георги Иванов Михалев

Тема: **Интелигентно управление на клас дискретни технологични процеси**

Рецензент: проф. д-р инж. Стоян Колев Стоянов, ХТМУ, София

### 1. Тема и актуалност на дисертационния труд

В роботизираните поточни линии се изпълняват поредици от операции, които трябва да се синхронизират. За стабилната производителност на поточната линия от голямо значение е правилната ориентация на детайлите, които постъпват за обработка. Надеждността на ориентацията на детайлите силно се влияе от външни и вътрешни въздействия.

В литературата има много публикации, които посочват, че не са предложени универсални методи за точна и еднозначна оценка при разпознаване на състояния и главно за разпознаване на правилната ориентацията на детайлите в дискретни системи.

Много често захранващите устройства на поточните линии са вибробункерни. Обект на изследването в дисертационния труд е процесът на захранване на автоматични линии с ориентирани детайли от вибрационни бункерни захранващи модули, като се използват методите и моделите на интелигентни управляващи устройства, комбинирани със системи за машинно зрение, с цел постигане на надеждно управление на роботизирани дискретни технологични процеси.

Подобни системи се нуждаят от вградена интелигентност на управлението, което да идентифицира максимално точно състоянието на обектите в системата, независимо от неопределеностите. За разпознаване на необходимите „образи” в системата, най - перспективно е използването на компютърно зрение.

Поставената цел в дисертационния труд е разработване и изследване на система с машинно зрение за интелигентно управление на конкретен обект, какъвто е захранващия и ориентиращ агрегат в роботизирана линия за

автоматично сглобяване. Считам, че темата на дисертацията е много актуална, което се потвърждава и от литературната справка по проблема.

Дисертационният труд е изложен в 5 глави на 256 страници и списък на анализираната литература от 14 страници. Към него е приложена и Декларация за оригиналност.

## **2. Обзор на цитираната литература**

В представения литературен обзор по темата на дисертацията са анализирани 200 литературни източника, включително един Интернет източник. На кирилица са 30 (15.00 %) и на латиница са 170 (85.00 %) източника. Един литературен източник [108] е патент.

От литературните източници 60 (30.30 %) са публикувани преди 2000 г. и 140 (70.70 %) са публикувани след 2000 г. (включително). Това потвърждава актуалността на разглеждания проблем и литературната осведоменост на кандидата относно публикуваното по темата в последните години. В литературните източници има 3 броя с непълни данни [83] (издателство), [126, 193] (издателство и година).

Докторантът е направил критичен и задълбочен анализ на постиженията, относно интелигентното управление на клас дискретни технологични процеси, като е посочил постигнатото до сега и ненапълно решените проблеми в разпознаването на състояния на работата на агрегати в роботизирани поточни линии. В резултат на направените литературни проучвания са формулирани целите и задачите на дисертационния труд.

Основната цел е изследване и разработване на система за интелигентно управление на хранващ и ориентиращ агрегат, използващ система за машинно зрение, предназначен за вграждане в линии за автоматично сглобяване.

За постигане на поставената цел, в дисертационния труд е предвидено да се решат следните задачи:

1. Проучване и анализ на: (а) съвременните тенденции в хранващите и ориентиращи модули; (б) методите за разпознаване на образи прилагани в системите за машинно зрение; (в) поведението на вибрационни хранващи и ориентиращи модули при работа в реални условия;

2. Създаване и настройване на симулационен модел на вибрационно хранващо и ориентиращо устройство;

3. Проектиране и разработване на архитектурата на интелигентно управление на система за управление на хранващ и ориентиращ агрегат, предназначен за вграждане в линии за автоматично сглобяване със следните подсистеми: (а) за разпознаване на ориентацията на детайлите; (б) за управление на досипването на детайли във вибробункер; (в) за управление на

резервирането с детайли в захранващ и ориентиращ агрегат; (г) за управление на активното ориентиране на детайли; (д) за управление на захранващ и ориентиращ агрегат с повишена производителност, надеждност и оптималност на консумираната енергия и др.;

4. Изследване режимите на работа в реални условия на цялостната система за управление на захранващ и ориентиращ агрегат предназначен за вграждане в линии за автоматично сглобяване.

### 3. Методика на изследване

В дисертационния труд са използвани разнообразни методологии, съобразени с поставените цели в дисертацията. Основните резултати са получени с използване на машинно зрение и последващата идентификация на информацията за прецизиране на състоянието и за синтезиране и настройки на подходящото управление.

В дисертацията са използвани:

\* Методи за аналитично и експериментално - статистическо моделиране и симулиране и оценка на параметри в математични модели;

\* Методи за разпознаване на образи и ситуации и класификация на образи и ситуации;

\* Методи за моделиране, синтезиране и настройка на интелигентни и размити системи за управление;

\* Методи за робастно управление;

\* Методи за моделиране и оптимизация при неопределеност;

\* Методи за синтезиране на  $H_\infty$  и  $\mu$  управление;

\* Методи за синтезиране на размито ПИД и ПИДД2 управление;

\* Методи за проектиране и изследване на системи с компютърно зрение;

\* Методи на ранговата корелация за определяне на приоритети и на тегловни коефициенти;

\* Стратегии за оптимално вземане на решения и др.

Считам, че използваните методи са добре подбрани за изпълнение на поставените цели в дисертацията.

Намирам за особено целесъобразно използването на вариант на препоръчените решения при избора на най-добър алгоритъм за процеса на филтриране на изображения и за избор на алгоритъм за сегментиране на изображение.

### 4. Приноси на дисертационния труд

Кандидатът за ОНС „доктор” е направил едно много задълбочено изследване в оценката на качеството на управление на сложни дискретни обекти за разпознаване и класифициране на състояния на обекта и е синтезирал

необходимите on-line управления за обекта, като е постигнал значителни приноси за обогатяване на теорията и практиката на разпознаване на състояния и избор на необходимо управление.

В дисертационния труд са постигнати следните научни и научно-приложни приноси:

1. Създаден е математичен модел на вибриращо захранващо устройство на реален, работещ в производството вибробункер, с отчитане на всички производствени ограничения. Изведени са функционалните зависимости на нелинейната динамична система и са оценени параметрите на модела. Създаден е математичен модел, който описва движението на детайла в улея на вибриращото захранващо устройство на вибробункера.

(2) Създаден е симулационен модел на обекта, който позволява да се правят широк кръг от изследвания, оптимизация и управление на обекта, по който е синтезиран и е реализиран симулационен модел на вибрационна захранваща система с интегрирано интелигентно управление на (ВЗУ).

(3) Синтезиран е и е реализиран размит ПИД регулатор на ВЗУ, който позволява изследване и настройване за постигане на робастност на системата.

(4) Синтезиран е и е реализиран регулатор за размито ПИДД2 управление на захранването на ВЗУ с две обратни връзки – по ток и по ускорение.

(5) Синтезиран, реализиран и верифициран е симулационен модел на управление на ВЗУ, като е приложен метода за синтез на робастно управляващо устройство на базата на  $H_\infty$  синтез и на  $\mu$  синтез и системата е изследвана за робастна устойчивост и е изследвано качество на управлението и по двата вида синтез.

(6) Предложена е нова архитектура за управление на вибрационни захранващи и ориентиращи агрегати, състояща се от невронно-размита система, получаваща всички необходими данни за състоянието на обекта за управление. Направените симулационни изследвания показват много добри резултати.

(7). Разработена е нова методика за избор на селектираща позиция. Заключение по вземане на решение относно селектиращата позиция се основава на предварително заложи евристични правила и прилагане на многокритериален метод за вземане на решение с функция на полезност.

(8) Синтезирана е система за интегрирано управление на захранващ и ориентиращ агрегат като е проектирана и е реализирана система за машинно зрение работеща в режим на реално време. Алгоритъмът е избран по метод за многокритериална оптимизация, така че максимално да обезпечава заложените критерии.

(10) Разработена е и е тествана апаратно-програмна система за активна ориентация на детайли посредством въздушни аеродинамични ефекти, използваща система за машинно зрение, което повишава производителността на системата с 10%.

(11) Създаден е и е реализиран програмен модул за управление на процесите за досипване на детайли във вибрационните захранващи и ориентиращи системи, на базата на модифициран алгоритъм за сегментиране на изображения по прагови стойности. Изведени са основните зависимости за определяне на праговете стойности.

(12) Разработен е и е реализиран програмен модул за измерване на изходната производителност на вибробункера на базата на динамична линейна структура от данни.

(13) Създадена е вградена микропроцесорна система за настройка на математичния модел относно параметрите на конкретно вибрационно захранващо устройство.

(14) Разработена е и е реализирана апаратно-програмна микропроцесорна система с безжична комуникация и сензор - акселерометър за изследване скоростта на движение на детайли и идентифициране на профила на движението им в хоризонтална посока на улея, при спазване ограниченията в ускорението.

## **5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд**

Съгласно Приложение 1 на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет – Габрово (АС 28.10.2014 г., Протокол № 3), относно минималния брой научни резултати за придобиване на образователната и научна степен Доктор”, кандидатът трябва да има общо 5 публикувани статии и доклади, от които минимум една самостоятелна. Кандидатът инж. Г. Михалев има 8 научни публикации, една от които самостоятелна.

Публикациите са в сборници от научни трудове на международни научни форуми у нас (УНИТЕХ (3) и САИ (3)) и в чужбина (Сърбия (1) и Гърция (1)).

Считам, че тези публикации отразяват основните постигнати резултати в дисертацията, с което са станали достояние на научната и заинтересованата общественост. Няма приложени данни за цитирания от други автори.

Препоръчвам на инж. Г. Михалев и неговите съавтори, да не се притесняват да публикуват в специализирани наши и чуждестранни издания (освен ако не са патентна тайна, която струва ми се че я има) интересните и ценни от научна гледна точка резултати, получени в резултат на разработената дисертацията.

**Заличено обстоятелство,  
на основание чл.2 от ЗЗЛД**

## **6. Авторство на получените резултати**

Представеният дисертационен труд и публикациите по него 8 труда ми дават достатъчно основания да считам, че приносите в тях са лично дело на докторанта, постигнати под ръководството на научния му ръководител.

## **7. Автореферат и авторска справка**

Авторефератът е изложен на 59 страници. Той отразява постигнатите основни резултати в дисертацията. Оформен е много добре и е добре информационно обезпечен. Даден е списък на авторските публикации. Дадени са и научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд и резюме на английски език.

## **8. Забележки, въпроси и препоръки по дисертационния труд**

Нямам съществени забележки към дисертационния труд. Направените критични забележки и препоръки в предварителната ми рецензия, са отразени в окончателния вариант на дисертацията.

Имам следните въпроси:

(1) Защо избрахте обобщената функция на полезност при класификацията на алгоритмите за сегментиране?

(2) За какви други обекти и системи бихте препоръчали разработените методики в дисертацията, освен за ВЗУ?

Зададените въпроси не променят високата ми оценка за дисертационния труд.

## **9. Заключение**

От анализа на представения дисертационен труд на инж. Георги Михалев, мога да направя следните констатации:

(1) Кандидатът познава много добре проблема по дисертационната тема. Дисертационният труд е много добре информационно обезпечен, написан е много ясно, убедително и на високо професионално ниво.

(2) Създаден е математичен модел на вибриращо захранващо устройство на реален, работещ в производството вибробункер, с отчитане на всички производствени ограничения.

(3) Синтезиран е и е реализиран размит ПИД регулатор и на иновативно разрито ПИДД2 управление на захранването на ВЗУ с две обратни връзки по ток и по ускорение.

(4) Синтезиран, реализиран и верифициран е симулационен модел на управление на ВЗУ, като е приложен метода за синтез на робастно управляващо устройство на базата на  $H_\infty$  синтез и на  $\mu$  синтез.

**Заличено обстоятелство,  
на основание чл.2 от ЗЗЛД**

(5) Предложена е нова архитектура за управление на вибрационни захранващи и ориентиращи агрегати, състояща се от система за компютърно зрение и невронно-размита управляваща система.

(6) Разработена е нова методика за избор на селектираща позиция, основана на компютърен анализ на данни в реално време, предварително заложените евристични правила и прилагане на многокритериална стратегия за вземане на решение.

(7) Реализирана е система за машинно зрение работеща в режим на реално време, предназначена за вграждане в интегрираната система за управление ВЗУ, която работи по алгоритъм, избран от 12 конкуриращи се варианти.

(8) Разработена е апаратно-програмна система за активна ориентация на детайли посредством въздушни аеродинамични ефекти, използваща система за машинно зрение, като е постигната повишена производителността на системата с 10%.

(9) Създаден е и е реализиран програмен модул за управление на процесите за досипване на детайли във ВЗУ.

(10) В резултат от направените изследвания в дисертационния труд са постигнати значителен брой научно-приложни приноси.

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника на ТУ-Габрово. Постигнатите резултати и научните и научно-приложните приноси на дисертацията ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен „Доктор” от маг. инж. **Георги Иванов Михалев** в област на висше образование: 5. „Технически науки”, професионално направление: 5.2. „Електротехника, Електроника и Автоматизация” и научна специалност: „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление”.

Рецензент:

Заличено обстоятелство,  
на основание чл.2 от ЗЗЛД

17.07.2017 г.

(Проф. д-р С. Стоянов)