Институт по информационни и комуникационни технологии-БАН
Вх. № 606 / 24.10. 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. Вера Ангелова Ангелова-Димитрова,
Институт по информационни и комуникационни технологии
към Българска академия на науките (ИИКТ-БАН)
на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“,
в научна област 5. Технически науки,
професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика,
докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“
Автор на дисертационния труд: маг. инж. **Кристиян Симеонов Димитров**
Тема на дисертационния труд: **„Кибер-физични системи за интелигентно управление на комплексите за отглеждане на животни“**

Със заповед № 231/01.10.2025 г. на директора на ИИКТ-БАН съм определена за член на научно жури във връзка с процедура за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“, професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, научна област 5. Технически науки от Кристиян Симеонов Димитров с дисертационен труд на тема „Кибер-физични системи за интелигентно управление на комплексите за отглеждане на животни“ с научен ръководител проф. д-р Найден Шиваров, ИИКТ-БАН. На първото заседание на научното жури, състояло са на 10.10.2025 г., съм избрана за рецензент.

Като член на научното жури съм получила:

- Заповед № 231/01.10.2025 г. на директора на Института по информационни и комуникационни технологии при Българска академия на науките
- Заповед № 329/10.12.2024 г. на директора на Института по информационни и комуникационни технологии при Българска академия на науките за отчисляване на Кристиян Симеонов Димитров с право на защита
- Заявление от маг. инж. Кристиян Симеонов Димитров за откриване на процедура по защита на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“
- Списък на публикациите по дисертационния труд
- Копие на публикациите по дисертационния труд
- Автореферат на дисертационния труд на български език
- Автореферат на дисертационния труд на английски език
- Дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“
- Декларация за оригиналност
- Справка за изпълнение на минималните изисквания на Института по информационни и комуникационни технологии при Българската академия на науките за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в научна област 5. Технически науки, професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика

- Справка за изпълнение на минималчите национални изисквания за образователната и научна степен „доктор“ в научна област 5. Технически науки, професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика
- Предварителен отзив за дисертационния труд, изготвен от доц. д-р инж. Стефан Савов Билидеров, ВВВУ „Георги Бенковски“

1. Област на изследванията, актуалност, цели и задачи

Предмет на изследванията в дисертационния труд е анализ на различни параметри на микроклимата в животновъдни ферми и аквапонични системи, влиянието, което оказват тези параметри директно или индиректно върху съответния животински вид за подобряване на здравословното състояние, производителността и хуманното отношение към животните, както и изследване на различни способи за контролиране на тези параметри с цел създаване на надеждни системи за контрол на средата при минимизиране на ресурсите.

В контекста на нарастващи изисквания за енергоефективност, устойчивост и повишена продуктивност, хуманно отношение към животните и строги екологични регулации за оптимизиране и ефективно използване на ресурсите, темата за изграждане на устойчиво и прецизно животновъдство чрез цифровизация и приложение на „умни“ технологии с разработването на широко достъпни системи за управление на микроклимата в животновъдни ферми е изключително актуална.

Целта на дисертационния труд е да се разработи кибер-физична система (КФС) за управление на микроклимата в комплексите за отглеждане на животни и за управление на среда при отглеждане на риба и растения на базата на openHAB.

За постигането на тази цел са формулирани следните задачи:

Задача 1: Разработване на концепция с изисквания за създаване на КФС за интелигентно управление на комплекси за отглеждане на животни.

Задача 2: Разработване на концепция за софтуерна система за управление на КФС в комплекс за отглеждане на животни

Задача 3: Изследване и избор на IoT изпълнителни устройства и сензори с необходимите параметри за използване в Кибер-физичната система за управление на комплекс за отглеждане на животни

Задача 4: Разработване на интелигентното управление на КФС за отглеждане на животни на базата на openHAB

Задача 5: Изследване и разработване на графичен интерфейси за КФС за интелигентно управление на комплексите за отглеждане на животни с възможност за дистанционно управление през Интернет, базиран на openHAB

2. Характеристика и оценка на приносите на дисертационния труд

Дисертационният труд на маг. инж. Кристиян Симеонов Димитров се състои от 178 страници и включва: благодарности, увод, седем глави, заключение, приноси, библиография, публикации по дисертационната тема и цитирания.

В първа и втора глави са разгледани основните проблеми в съвременното животновъдство, както и методи и средства за подобряване на микроклимата в затворени животновъдни стопанства и аквапонични системи. Анализирано е влиянието на

микроклимата върху икономическите показатели на животновъдни стопанства. Дефинирана е проблемната област. Изведени са параметрите, чийто контрол би допринесъл за подобряване на микроклимата в животновъдните ферми: температура, влажност и скорост на движение на въздуха, наличие на замърсители във въздуха (вредни газове, прахови частици и микробна контаминация), осветеност и околен шум, а в аквапонична система: качество на водата, температура и pH на водата, разтворен кислород и въглероден диоксид, амоняк, нитрити, нитрати и др. както и излагането на пряка слънчева светлина. Направен е анализ на съществуващите методи и средства за контрол на средата и микроклимата на животновъдни ферми и аквапонични системи: изпълнителни механизми (вентилационни клапи, жалузи, вентилатори, системи за отопление, охладители; съответно въздушни помпи, нагреватели, термопомпени инсталации, автоматични хранилки), сензори, компютри за управление на микроклимата. Анализирани са пропуски и слабости и са формулирани насоки за разработване на нови методи и начини на управление в посока на постигане на достъпност на системите за управление за по-широк кръг потребители чрез разработване на системи за управление на модулен принцип с възможности за надграждане с цел промяна както на броя и вида на управляваните параметри, така и на логиката на управление.

В глава трета е разработена концепция за реализирането на КФС за управление на животновъдни комплекси. Очертани са основните изисквания и насоки за реализирането на КФС, проследена е последователността от необходимите стъпки и са определени изискванията за всички елементи на системата, въз основа на които да се направи конкретният избор на елементите по зададените критерии.

Глава четвърта разглежда специфичните функции на софтуера, необходим за разработването на КФС. За операционна система е избрана Linux базирана система OpenHABian и допълнителен софтуер за създаването и надеждната работа на системата, библиотеки и драйвери. Изборът е мотивиран и от наличието на безплатна версия с отворен код.

Подборът на сензори и допълнителни контролери е направен в глава пет. След обстоен анализ на предлаганата на пазара гама от сензори, е обоснован изборът на подходящи ценово ориентирани сензори с характеристики, които отговарят на изискванията за съвместимост на свързващия ги интерфейс и с обхват и резолюция, които съответстват на функциите изпълнявани в алгоритмите за управление на микроклимата в животновъдните стопанства. Избрани са допълнителни контролери за връзка на сензорите и крайните устройства със сървъра на системата, които предлагат различни възможности за връзка.

Глава шест е посветена на анализ на условията за отглеждане на най-масово отглежданите домашни животни, разработване на алгоритми за управление на КФС и провеждане на тестове и експерименти. Предложени са КФС за управление на микроклимата в животновъдни стопанства за отглеждане на дойни крави, прасета, отглеждани за месо, бройлери, отглеждани за месо, както и за управление на средата в аквапонична система за отглеждане на риба и растения. Проведени са тестове и експерименти за ефективен подбор на елементите – сензори, контролери, управляващ компютър, съответстващи на техническите изисквания за изграждане на системата. Предложен е начин на инсталиране и конфигуриране и настройка на системата. Показани

са основните възли и осъществяването на връзката между отделните компоненти. Тестовете на КФС за управление на микроклимата в кравеферма, в свинеферма и аквапонична система със сървър – едноплатков компютър Raspberry PI 4 и OpenHAB сървър с отворен код показват ефективност на системата за малки до средно големи животновъдни ферми. При по-висока натовареност, свързана с по-голям брой сензори и изпълнителни механизми и оборудване за автоматизация за големи ферми, докторантът препоръчва използването на по-мощен персонален компютър за сървър. При проведените експерименти, системата показва ефективно поддържане на зададени нива на въглероден диоксид, контрол на температурата в предварително зададени граници и поддържане ниво на осветеност при наличие на активно влияещи фактори. Тестовете за реакция в аварийна ситуация като висока концентрация на вредни химически газове и ниво на фини прахови частици показват адекватно поведение на КФС в посока на спазване на зададените параметри и информиране на оператора за наличие на аварийна ситуация. Разработената в дисертационния труд КФС за управление на микроклимата в птицеферма показва ефективност и адекватно поведение и възможности за автономно управление с промяна на параметрите на средата съобразно възрастта на пилетата. Благодарение на въведения метод за отчитане на усещаната от птиците температура, системата позволява преминаване в различни режими на вентилация и реакция при аварийна ситуация. Дадени са препоръки за оптимално разположение на сензорите в птицефермата. Тестовете на КФС за управление на средата в аквапонична система са проведени в лабораторни условия. Предложените КФС за управление на микроклимата в стопанства за отглеждане на животни в аквапонични системи показват високо ниво на автономност при коректна първоначална настройка. Графичен интерфейс позволява коригиране и настройване на параметрите в хода на работа на системата. Изградени на модулен принцип, кибер-физичните системи позволяват следене и управление на широка гама параметри на средата в зависимост от инсталираните сензори и крайни устройства за управление.

В глава седем са разработени два вида потребителски графичен интерфейс, които могат да работят едновременно и дават възможност за наблюдение на кибер-физичната система от различни устройства като персонален компютър, таблет и смартфон. Двете системи позволяват работа при пълна функционалност или въвеждане на ограничения за настройките, до които има достъп съответното ниво персонал, както и коригиране на елементите съобразно наличното оборудване в конкретното животновъдно стопанство. Системите са базирани, съответно на Basic UI и HABPanel. Различията се свеждат до визуализацията на стойностите от сензорите за по-лесно ориентиране на оператора в ситуацията.

В заключението е представено много синтезирано резюме на получените резултати. Представен е списък с научни публикации по дисертационния труд: четири научни публикации с авторски колектив в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестните бази данни с научна информация, като две са доклади на конгреса на IFAC'22 и две са публикации в списания. Една публикация е самостоятелна и е в издание на ТУ-София. Представен е списък от пет забелязани независими цитирания като не е посочено коя е цитираната публикация.

В Библиографията са представени 167 литературни източника. Всички са на английски език. Единственият цитиран труд на български автори е четвъртата публикация от списъка с публикации по дисертационния труд.

3. Оценка на приносите на докторанта

Докторантът претендира за следните приноси:

Научни приноси

- Разработен е нов метод за управление на микроклимата в птицеферма който се основава на изчисление на усещаната от птиците температура, която е различна от температурата в помещението и зависи от температурата, влажността и скоростта на движение на въздуха, както и от възрастта на пилетата. Публикация „Algorithm for Autonomous Management of a Poultry Farm by a Cyber-Physical System" в списание Animals -IMPACT FACTOR - 2.7; CITISCORE – 4.9; SJR – Q1
- Разработен е нов метод за автоматичен контрол на нитрати, нитрити и амоняк в аквапонична система, чрез управление на подаваното количество храна на автоматичната хранилка. Публикация „Concept of a Cyber–Physical System for Control of a Self-Cleaning Aquaponic Unit" в списание AgriEngineering - IMPACT FACTOR - 3.0; CITISCORE – 4.7; SJR – ~~Q1~~ Q2 за2024.

Научно-приложни приноси

- Разработени са КФС за управление на микроклимата в кравеферма, свинеферма и птицеферма, изградени с ценово ориентирани компоненти, като крайната цена е значително по-ниска спрямо съществуващите решения на пазара. Това я прави лесно достъпна за малки и средно големи ферми, за които първоначалната инвестиция за съществуващите системи е непосилна.
- Разработената КФС за управление на микроклимата в птицеферма позволява напълно автономно управление, при което системата самостоятелно променя параметрите на средата спрямо възрастта на пилетата и превключва между трите режими на вентилация без намесата на персонала. Съществуващите подобни системи предлагат само преминаване от минимална към преходна вентилация и обратно. Предложената система позволява преминаване и в режим на тунелна вентилация, благодарение на въведения метод за отчитане на усещаната от птиците температура.
- Разработена е КФС за управление на средата в аквапонична система която предлага автономен контрол на много по-широка гама параметри сравнено със съществуващите подобни системи, като същевременно може да изпраща препоръки на персонала за регулиране количеството на рибата и растенията за осъществяване и поддържане на баланса и.

Приложни приноси

- Разработената КФС за управление на микроклимата в птицеферма беше внедрена и тествана в птицеферма съвместно с Тракийски университет гр. Стара Загора, като допринесе за намаляване разходите за електроенергия и подобряване на условията за отглежданите на птиците.

Приемам формулираните в дисертационния труд приноси като ги разглеждам като научно-приложни и приложен принос.

4. Преценка на публикациите по дисертационния труд

В списъка с публикации по дисертационния труд са включени четири публикации с авторски колектив, реферирани в световноизвестните бази данни Scopus и Web of Science и една самостоятелна публикация в издание на Техническия университет – София. Две от публикациите са доклади на конгрес на IFAC през 2022 г. Две публикации са в реномирани международни списания на MDPI , попадащи в квартили Q1 и Q2 на Web of Science. Броят точки в показател Г7 е 40/3 + 40/3+ 40/3 + 40/6 = 46,667. Броят точки в показател Г8 е 20. Общо точките в показатели Г7 и Г8 са 66,667 и надхвърлят значително минимално изискваните 30 точки. Забелязаните пет независими цитирания са доказателство за предоставена публичност на резултатите и получена международна оценка на значимостта им.

Не ми е известно доказано по законоустановения ред плагиатство в научни трудове.

5. Автореферат

Авторефератът е в обем от 50 страници и съдържа 87 цитирани източника. Съдържанието и основните приноси на дисертационния труд са правилно отразени в автореферата като в автореферата приносите са представени като Авторска справка.

6. Бележки и препоръки към дисертационния труд

Изложението на дисертационния труд е ясно, логично последователно, стегнато и конкретно. След всяко изречение читателят среща точно информацията, която очаква да получи.

Препоръчвам в бъдещата си работа на самостоятелен учен Кристиян Симеонов Димитров да обърне внимание при изписването на библиографските данни на публикации и цитирания. Литературните източници в Библиографията са представени в различни стилове. В списъка с публикации по дисертационния труд изписването странно започва със заглавието на публикацията, а не с авторите както го изискват стандартите. При изброяване на забелязани цитирания не е посочена цитираната статия.

7. Заключение

Дисертационният труд съдържа резултати, които имат научно-приложен и приложен характер в областта на професионално направление „Електротехника, електроника и автоматика“ и повечето от тях са публикувани в специализирани издания с SJR ранг и реномирани международни списания с импакт фактор, попадащи в квартили Q1 и Q2 на Web of Science. Дисертационният труд на маг. инж. Кристиян Симеонов Димитров отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН.

След запознаване с представения дисертационен труд и публикациите към него, анализ на тяхната значимост и съдържащите се в тях приноси, **давам своята положителна оценка за присъждане на маг. инж. Кристиян Симеонов Димитров образователната и научна степен „доктор“ в научна област 5 Технически науки, по професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“.**

23.10.2025 г. Рецензи

София ова/

На основание

ЗЗЛД