Институт по информационни и комуникационни технологии-БАН
Вх. № 648 / 25.11. 2025 г.

Р Е Ц Е Н З И Я

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
по докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление"

Автор: маг. инж. Кристиян Симеонов Димитров
Тема: Кибер-физични системи за интелигентно управление на комплексите за отглеждане на животни

Рецензент: доц. д-р инж. Стефан Савов Билидеров,
Висше военновъздушно училище „Георги Бенковски" - гр. Долна митрополия,
катедра „Електротехника, автоматика и информационни технологии"

Рецензията е изготвена на основание Заповед за утвърждаване на Научно жури № 231/01.10.2025 г. на директора на ИИКТ и в съответствие с решенията на журито, взети на неговото първо заседание на 10.10.2025г.

1. Общи сведения за процедурата и представените материали

Маг. инж. Кристиян Симеонов Димитров е отчислен от редовна форма на докторантура с право на защита на 01.01.2025г. Отчислението е съгласно заповед на директора на ИИКТ № 329/20.12.2024 г. Научен ръководител на докторанта е проф. д-р инж. Найден Шиваров.

Дисертационният труд е допуснат до защита с решение на секция „Киберфизични системи“ от 16.09.2025г. На тази база е внесено заявление от кандидата до ръководителя на секцията, заедно с необходимите документи за провеждане на защитата:

- екземпляри на дисертационния труд с подписана декларация за оригиналност;
- екземпляри от автореферата на български и на английски език;
- списък с публикации на инж. Кристиян_Димитров;
- справка за минималните изисквания на ИИКТ;
- справка за минималните изисквания на НАЦИД;
- справка за плагиазъм – Отчет;
- електронен носител съгласно изискванията на ИИКТ;
- и различни други изискуеми административни документи;

Предоставената документация е съгласно изискванията на ИИКТ и е в синхрон с минималните национални изисквания.

2. Обща характеристика и актуалност на дисертационния труд

Текстовата част на дисертационния труд се състои от 155 страници, като заедно с Библиографията, Справката за приносите, Декларацията за оригиналност и Справката за публикациите по темата на дисертацията тя

нараства до 169 страници. Структурата на дисертацията е съставена от Увод, Седем глави, Заключение, Библиография и описаните по-горе справки.

В **Увод** на дисертационния труд са показани неговата актуалност, представена е целта за разработването му и са определени обекта и предмета на изследването. Общата цел на този труд е да се разработи Кибер-физична система (КФС) за управление на микроклимата в комплексите за отглеждане на животни и за управление на средата при отглеждане на риба на базата на openHAB технология. За достигането на така поставената цел се решават конкретни задачи чрез предложената структура на работата.

Глава първа (обем от 8 страници) „*Обзор, анализ и систематизация на съществуващи изследвания и практики по темата*“ въвежда в тематиката на проблема, след което той се дефинира. Анализирани са консумацията на месо и млечни продукти в световен мащаб във времето и тенденциите в техните изкупни цени. Разгледано е влиянието на средата и микроклимата върху продуктивността и добива в кравеферми, свинеферми, птицеферми и аквапонични системи.

След направеният подробен анализ и при взимане под внимание на установените факти за влиянието на средата и микроклимата върху отглежданите животни е показано, че осъществяването на контрол върху определени параметри от жизнената среда на животните е от съществено значение за тяхното благосъстояние при увеличаване на продуктивността и подобряване на здравословното им състояние. Не на последно място е и осигурява на хуманно отношение към самите животни.

За да се анализират редица възможни пропуски и слабости в отглеждането на животинските видове се разглеждат и сравняват съществуващите методи и средства за контрол на средата и микроклимата в животновъдните ферми и при аквапоничните системи. На тази база се предлагат нови методи или по-достъпни начини за управление.

Втора глава (обем от 22 страници) „*Изследване на съществуващи методи и средства*“ разглежда съществуващите методи и средства за управление на средата на различните животински видове. Подробно са описани изпълнителните механизми, сензорите и компютрите за управление на микроклимата в животновъдни ферми и аквапонични системи.

Направен е сравнителен анализ на възможностите и недостатъците на системите за управление на различни производители, както и на някои приложни научни разработки. Установено е голямото разнообразие на предлаганите на пазара устройства, както и високите цени на специализираните устройства при липса на възможности за допълнително разширяване в бъдеще. За аквапоничните системи на пазара не се предлагат такива, които да осигуряват пълен контрол, а се използват системи за следене само на част от необходимите параметри.

Едно от подходящите решения е да се разработят повече системи за управление на средата, които са модулни, могат лесно да се надграждат, както с разширение броя и вида на управляваните параметри, така и с възможност за променяща се логика на управление.

Трета глава (общ обем от 7 страници) „*Разработване на концепция с изисквания за създаване на КФС за интелигентно управление на комплекси за отглеждане на животни*“ на базата на дефиниция за Кибер физична система (КФС) са показани изискванията, които се предявяват към нея. Направени са стъпки за синтезирането на такава въз основа на параметрите, които могат да се контролират автоматизирано, да се измерват директно или е необходимо само да се знаят техните стойности.

В самата концепция е обърнато внимание на стъпките при определяне на вида на сензорите, техният брой за измерване на един и същ параметър на средата, местоположението им в различните животински системи, а също така и комуникацията им с КФС. Показани са принципите на подбор на

управляващите механизми и устройства, управляващите компютри и необходимите операционни системи за тях, които са носители на специализирания софтуер.

Така разработената концепция за реализирането на КФС дава насока за необходимите стъпки за нейното реализиране.

Глава четвърта (общ обем от 18 страници) „*Изследване и анализ на софтуер и системи за управление на КФС. Разработка на концепция за софтуерна система за управление на КФС в комплекс за отглеждане на животни*“ подава концепция за управление на КФС в комплекс за отглеждане на животни. Показани са изискванията към операционната система и софтуера с неговите специфични функции, за реализирането на подобна КФС. Разгледани са различни индустриални протоколи и е направен избор на операционна система и допълнителен софтуер.

Подходящият софтуер е важна стъпка за реализирането на КФС и е необходимо да отговаря на изискванията заложени в концепцията за изграждане на системата. Също така е необходимо да се тества съвместимостта на софтуера при подходящо подбрани негови компоненти и да са реализирани коректно различните алгоритми за управление. Това води и до следващата част от дисертацията - избора на сензори и допълнителни контролери.

Пета глава (общ обем от 18 страници) „*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*“ поставя акцента върху избора и тестването на различните компоненти необходими за реализирането на КФС - сензори и допълнителни контролери. Повечето от тях са базирани на технологията IoT. Изследвани са голяма гама от сензори, покриващи необходимия и изискуем брой на параметрите в различните системи. Трябва да се отбележи,

че изборът им е направен на базата на предлаганите на пазара ценово ориентирани сензори.

Изследвани са за приложимост и голям брой контролери за осигуряване на необходимата функционалност. Избраните допълнителни контролери за връзка на сензорите и крайните устройства със сървъра на системата предлагат различни възможности за комуникация.

Шеста глава (общ обем от 72 страници) „*Разработване на интелигентното управление на КФС за отглеждане на животни на базата на OpenHAB*“ решава основната задача на дисертационния труд – разработване на интелигентно управление за различни животински екосистеми. Разгледано е инсталирането и конфигурирането на системата, след което са проведени редица тестови експерименти. Синтезираните алгоритми са с високо ниво на автономност и имат възможност да управляват средата без вмешателство на персонала. Персоналът има възможност да се намеси в работата на КФС през разработен графичен интерфейс, спрямо конкретните нужди.

Седма глава (общ обем от 12 страници) „*Изследване и разработка на графичен интерфейси за КФС за интелигентно управление на комплексите за отглеждане на животни с възможност за дистанционно управление през Интернет, базиран на openHAB*“ е посветена на разработването на два вида потребителски графични интерфейса за наблюдение, мониторинг и управление през различни физически устройства. Залага се на технологиите: Bacic UI и GUI на базата на HABPanel. Двата вида разработени GUI за управление на КФС е възможно да работят едновременно без да си пречат. Всеки един от тях има своите предимства и недостатъци.

Тематиката на представената работа е изключително актуална и с оглед на получените резултати в дисертационния труд, наред с предложените решения се удовлетворяват изискванията за продоволствена

самостоятелност. От тази гледна точка, работата придобива значимост, защото се засяга почти целия диапазон от животински хранителни ресурси, които е възможно да се отглеждат в контролирана среда. Комплексното използване на теоретични изследвания и експериментални методи води до изпълнението на поставените цел и задачи и до формулирането на приносите на дисертационния труд.

3. Обзор на цитираната литература

Представената библиография на края на дисертационния труд включва 167 литературни източника, като от само 3 от тях са на български език. Това са предимно документи свързани с необходимата регламентна база. Останалите източници са на английски език, който напоследък се утвърди, като международен език за научни и научно-приложни публикации. Много от източниците са научни публикации по тематиката на работата, което показва, че кандидатът е получил задълбочени познания по разглеждания проблем. Добро впечатление прави цитирането на използваните факти и данни в работата.

4. Приноси на дисертационния труд

По същество съм съгласен с предложените приноси в дисертационния труд, които са класифицирани от докторанта в категориите: научни; научно-приложни и приложни. Тези приноси е възможно да бъдат отнесени съответно към: Създаване на нови методи; Класифициране на съществуващи екосистеми; Анализ на животинските системи; Синтезиране на подходящи алгоритми за управление; Доказване с иновативни средства на нови страни на съществуващи проблеми; Разработване на реални системи.

Приносите могат да бъдат обобщени по следния начин:

Научни приноси

- Разработен е нов иновативен метод за управление на микроклимата в птицеферма, базиран на усещаната от птиците температура зависеща от температурата, влажността и скоростта на движение на въздуха, както и от възрастта на пилетата, а не от температурата в помещението.
- Показан е нов метод за автоматичен контрол на нитрати, нитрити и амоняк в аквапонична система въз основа на подаваното количество храна на автоматичната хранилка.

Научно-приложни приноси

- Разработена е нова концепция за КФС за управление на микроклимата в кравеферма, свинеферма и птицеферма.
- Синтезиран е алгоритъм за напълно автономно управление на КФС за управление на микроклимата в птицеферма.
- Разработена е нова концепция на КФС за управление на средата в аквапонична система с автономен контрол на много по-широка гама параметри сравнено със съществуващите подобни системи.

Приложни приноси

- Разработени са КФС за управление на микроклимата в кравеферма, свинеферма и птицеферма с ценово ориентирани компоненти, като крайната цена е значително по-ниска спрямо съществуващите решения на пазара.

- Разработената КФС за управление на микроклимата в птицеферма е внедрена и тествана в птицеферма съвместно с Тракийски университет гр. Стара Загора.

Похвално е да се отбележи, че разработените КФС са верифицирани чрез резултати от проведени тестове и могат да се използват като база за реализация на отправените конкретни предложения.

5. Публикации по дисертационния труд

По дисертационния труд са представени четири публикации в издания реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни (Web of Science, Scopus) и една публикация в не реферирани списания с научно рецензиране. Научните публикации в реферираните и индексирани издания са в съавторство с участието и на научния ръководител, а публикацията в нереферираното издание е самостоятелна.

Резултатите от двата основни научни приноса са публикувани в списание Animals -IMPACT FACTOR - 2.7; CITISCORE – 4.9; SJR – Q1 и в списание AgriEngineering - IMPACT FACTOR - 3.0; CITISCORE – 4.7; SJR – Q1. Това доказва високата стойност на дисертационния труд и покриването на съответните изисквания за допускане до защита. Забелязани са и две цитирания на работата на кандидата от чуждестранни автори.

Публикациите отразяват основни резултати от изследванията в дисертацията и може да се счита, че е постигната необходимата публичност пред инженерната общност.

6. Авторство на получените резултати

На базата на представените изследвания и разработки, които съчетават теоретичната работа с дейностите по избор на апаратура, тестове и внедряване на получените резултати, считам че дисертационният труд е разработен в значителна степен от докторанта. Работата по дисертацията е спомогнала кандидата да се ориентира към актуална и перспективна област на развитие. От показаното в обяснителната записка мога да заключа, че кандидата е изграден инженер-специалист, който доказва способността си за провеждане на самостоятелни научни изследвания.

На страница 176 от дисертационния труд е представена декларация за оригиналност но кандидата е пропуснал да я разпише. Също така нейното място според регламентиращите документи е към заключението – резюме на получените резултати, преди библиографията.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е структуриран в общ обем от 50 стр., като текстовата част от дисертацията е 40 страници. Това е достатъчна по обем извадка от дисертационния труд.

В авторефератът е отразена основната част от изследванията, разработките и резултатите от дисертационния труд. Накрая на автореферата е дадено заключение и са включени литературния обзор, приносите и публикациите свързани с дисертацията.

По мое мнение, считам че авторефератът удовлетворява изискванията за неговото разработване.

8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

По същество, нямам забележки относно коректността на предложената обяснителна записка. Повечето допуснати слабости са свързани с препоръки и забележки от технически характер:

- някои от източниците в литературния обзор са цитирани само с уеб сайтове, което е неподходящо в дисертационен труд
- много голям обем на описателната част;
- раздробяване на работата на малки рубрики, би трябвало структурата да се прецизира по-добре;
- много детайлно представяне на техническите описания на различните устройства;
- забелязват се редица пунктуационни и правописни грешки;

Всичко това донякъде прикрива получените резултати. Би било добре да се наблегне повече върху приносите от работата, които не са никак малко. Въпреки така изброените недостатъци на работата, тя постига зададената цел. Тези недостатъци по никакъв начин не принизяват получените резултати. Всичко изброено до тук е характерна грешка за докторант, който иска да даде много информация в ограниченото пространство на една дисертация.

9. Лични впечатления за докторанта

Не познавам лично кандидата, както и неговата работа от преди предоставения ми за предварително мнение дисертационен труд. След запознаването ми с работата на инж. Кристиян Симеонов Димитров и представянето му на предварителното обсъждане на дисертационния труд

пред разширен съвет на секция „Кибер-физични системи“ към ИИКТ – БАН придобих много добри впечатления. Считам, че той има способности за провеждане на самостоятелни научни изследвания и да работи активно по посока на внедряване на получените резултати, което безспорно би довело до постигане на съществен икономически ефект.

10. Заключение

Въпреки отправените препоръки и забележки, докторантът притежава задълбочени теоретични знания по тематиката, както и способности за провеждане на самостоятелни научни изследвания и практическо внедряване на постигнатите резултати. Смятам, че разработката е актуална, създадените методи, концепции и получените резултати намират широко приложение в управлението на различни биологични екосистеми и би спомогнала при справянето на човечеството с продоволствената несигурност. Представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България.

Постигнатите резултати ми дават основание ***<u>да предложа</u>*** *на научното жури да присъди образователната и научна степен „**ДОКТОР**” на маг. инж. Кристиян Симеонов Димитров в област на висше образование - 5. Технически науки, професионално направление - 5.2. Електротехника, електроника и автоматика по докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“.*

Дата: **РЕЦЕНЗЕНТ доц. д-р ин**

19.11.2025г.

На основание
ЗЗЛД