



## РЕЦЕНЗИЯ

от

**проф. дтн инж. Райчо Тодоров Иларионов**

**Технически университет - Габрово**

**кат. „Компютърни системи и технологии”**

**за придобиване на образователната и научна степен  
„Доктор“, Област на висше образование: 5. „Технически  
науки“,**

**Професионално направление: 5.2. „Електротехника,  
електроника и автоматика“,**

**Научна специалност: 02.21.01. „Елементи и устройства  
на автоматиката и изчислителната техника“.**

**Автор на дисертационния труд: инж. Красимир  
Йорданов Чешмеджиев**

**Тема на дисертационния труд:  
„ПОРТАТИВНА КОМПЮТЪРНА СИСТЕМА ЗА  
КАРДИОЛОГИЧНИ СИГНАЛИ“**

### **1. Актуалност на разработения в дисертацията проблем в научно и научно-приложно отношение.**

Заболяванията на сърдечно-съдовата система са едни от водещите причини за смърт в световен мащаб. Последните научно-изследователски данни показват, че сърдечно-съдовите заболявания могат да бъдат намалени чрез скринингови изследвания за ранното им откриване и прогнозиране, с цел намаляване на усложненията и подобряване на качеството на живот. Портативните медицински устройства за компютърна диагностика на биосигнали са предназначени за автономно изследване на здравословния статус на широк кръг потребители. Биомедицинските сигнали са физически проявления на физиологичните процеси, протичащи в човешкия организъм, които могат да бъдат измерени и представени под форма, удобна за обработка по електронен път и по този начин да се създадат портативните устройства за

диагностика на сърдечно-съдови заболявания. Както е известно сърцето е орган с непрекъснато действие, извършващо около 100 000 цикъла на денонощие. Математическото моделиране на такъв процес изисква изпълнение на значителни по обем изчислителни процедури. Всяко изследване в насока на изучаване на функционирането и прогнозиране състоянието на сърдечно-съдовата система е достатъчно сложен процес и може да се счита за актуална и значима научна тематика.

Считам, че темата на дисертационния труд е изключително актуална, базирайки се на световната статистиката на сърдечно-съдовите заболяванията.

## **2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческо оценяване на литературния материал.**

Докторантът е направил един широк и съвременен литературен обзор по тематиката на дисертацията. В своята литературна справка той е цитирал 128 източника, като голям процент от тях са издадени след 2015 г. Начинът на изложение, терминологията, стилът и нивото на представената записка говорят за едно добро познаване на проблематиката. Формулираните задачи и постигнатите резултати са гаранция за една отлична подготовка на автора. В дисертационния труд е направен един добър анализ на методите и средствата за получаване на кардиологична информация, нейната обработката и представянето и в подходящ вид за диагностициране. Всичко това говори за една творческа задълбоченост и широко познаване на темата на дисертационния труд.

## **3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.**

Още от изложеното в първа глава личи стремежът на автора към едно комплексно решение на проблема. Това определя не само избраните методики на изследванията, но и структурирането на приносните глави.

Считам, че е налице съответствие на избраната методология на изследване с поставените цел и задачи на дисертационния труд. Резултатите от теоретичните изследвания, както и логиката на тези изследвания, обуславят достоверността на материала, върху който се градят приносите на докторанта.

## **4. Обща аналитична характеристика на дисертационния труд.**

Дисертационният труд е представен в общ обем от 145 страници, включващ увод, четири глави, заключение, научни приноси, списък на

използваната литература, списък с публикациите по темата на дисертацията и две приложения.

Първа глава е изложена в обем от 29 страници. В нея са представени методи за получаване на кардиологични сигнали и извлечане на информация за дейността на сърдечносъдовата система. Предложен е сравнителен анализ между съществуващи подходи и методи за обработка на сърдечни сигнали и софтуери. Направени са изводи за оценка динамиката на работата на сърцето и функционирането на сърдечносъдовата система и заключение за здравословното състояние на човешкото тяло като цяло. Ясно е формулирана основната цел и свързаните с нея задачи на дисертационния труд.

Втора глава е с обем от 24 страници. В нея е предложен модел на портативно фотоплетизмографско устройство за регистриране на кардиологични сигнали. Авторът е представил подробна блокова структура с детайлно описани всички компоненти. Специално внимание е отделил на избора на микроконтролер, като е дефинирал изискванията към него и е предложил сравнителна таблица. Реализирал е тестване за възможните варианти. На базата на оценка е извършил избор. Предложил е решение за аналогова комуникация за използване на по-богат набор от сензори и се е погрижил за филтриране на паразитните сигнали. Предвидил е възможност данните от сензорите за пулс да се записват на външна сменяема карта памет (micro SD), показване на реалното астрономическо време по време на изследване, безжична комуникация към други среди и разширение за надграждане на системата. Разработен е протокол за обмен с компютър или други изчислителни устройства.

Трета глава е с обем от 26 страници. В тази глава е представена алгоритмизацията на представения хардуерен модел. Описани са функционални възможности на софтуерната програма за анализ вариабилността на сърдечната честота. Предложена е блокова схема на софтуерния подход. Структурирани са алгоритъм за предварителна обработка на ЕКГ сигнали и алгоритъм за предварителна обработка на ФПГ (фотоплетизмографски) сигнали. В тази глава дисертантът е описал два методи за анализ вариабилността на сърдечната честота. Първият предлага линеен анализ във времевата и честотната област, а втория – нелинеен анализ. Тези два метода са подкрепени със софтуерна реализация.

Четвърта глава е експериментални резултати и приложение на системата за регистриране и анализ на кардиологични данни. Тук докторантът предлага оценка на точността на устройството за регистриране на ФПГ сигнали и статистически анализ и оценка на точността на създадения софтуер за анализ ВСЧ. Мотивира приложението на разработеното портативно устройство за автоматизиране на процеса за непрекъснато наблюдение на показателите, отразяващи физическото състояние на организма на пациенти, които имат сърдечно-съдови заболявания, като: електрокардиограма, кръвно налягане, пулс, дишане, температура и др. Решаването на този проблем ще подобри значително ситуацията,

свързана с диагностицирането на сърдечно-съдовите заболявания, както и непрекъснатото наблюдение на пациентите в процеса на тяхното лечение.

Обособените основни изводи в дисертационния труд обобщават формулираните изводи в отделните глави и се изброяват научните приноси на разработката.

Обемът и структурата на дисертационния труд отговарят на изискванията.

## **5. Оценка на приносите в дисертационната работа и тяхната значимост.**

Приносите, формулирани от автора на дисертационния труд са следните:

**Приноси с научен характер не са предложени.**

**Приноси с научно-приложен характер:**

1. Създадено е ново портативно устройство за регистриране на кардиологични сигнали, на базата фотоплетизмографски метод с възможност за позиционирането му на различни части от човешкото тяло (пръсти на ръката и ухoto).
2. Създадени са нови алгоритми за предварителна обработка на регистрирани ЕКГ и ФПГ сигнали, включващи: преобразуване на аналоговия сигнал в цифров, нискочестотно и високочестотно филтриране, определяне на RR (PP) интервалните серии.
3. Създаден е нов комуникационен протокол за осъществяване на двустранна връзка между портативното фотоплетизмографско устройство и персонален компютър.

**Приноси с приложен характер:**

1. Програмно са реализирани алгоритмите за предварителна обработка на регистрираните ЕКГ и ФПГ сигнали.
2. Създаден е софтуер за анализ на вариабилността на сърдечната честота чрез използване на линейни и нелинейни математически методи, който е изграден на модулен принцип и позволява да бъдат добавяни допълнителни функционални възможности при необходимост.
3. За валидиране на създаденото ново портативно ФПГ устройство са направени експериментални изследвания за работата му чрез сравнение с втори референтен метод – електрокардиограма.
4. Създадена е експериментална безжична сензорна мрежа за отдалечно наблюдение на пациенти със сърдечно-съдови заболявания, като са използвани безжични сензори за регистриране на данни: RR и PP интервални серии, температура, брой крачки, SPO2.

## **6. Оценка на степента на лично участие на докторанта в приносите.**

Приемам така формулираните претенции за научно-приложни и приложни приноси към разглежданата научна област. Следва да се отбележи, че авторът много внимателно е дефинирал и балансирано е разделил научно-приложните от приложни приноси. Всеки един от тях е ясно изразен в записката. Може би има място за още един или два приложни приноса, имайки в предвид актуалността и новостта на разглежданите проблеми.

Детайлното описание, както и представянето и анализът на резултатите показват, че разработката е лично дело на автора.

## **7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.**

Дисертантът защитава своя труд с 8 публикации, както следва:

7 от тях са на английски;

Две - с IF (3.706, 2.679);

Две - с SJR (0.2, 0.18);

Една - индексирана в WoS.

Една от публикациите е самостоятелна.

Една от тях е в IEEE;

Останалите две са в международни научни издания.

На рецензента са известни факти относно 10 цитирания. Публикациите описват различни аспекти на дисертационния труд и считам, че са дали възможност научната общественост да се запознае с него. Те покриват тематиката на дисертационния труд.

## **8. Има ли постигнат пряк икономически ефект от резултатите от дисертационния труд.**

Авторът не е депозирал внедрявания на научните постижения в практиката. Не е посочен и пряк икономически ефект.

## **9. Препоръки за бъдещо използване на приносите.**

Авторът задължително трябва да намери начин да бъде защитена интелектуалната собственост на устройството, да бъде внедрено и произвеждано и да намери практическо приложение в медицинските среди.

## **10. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността му на отразяване на основните положения и научни приноси на дисертационния труд.**

Авторефератът към дисертационния труд е в обем на 47 страници и като структура следва тази на дисертацията. Добре оформлен е. В него са изложени основните елементи на проведените изследвания и получените

резултати. Отразява адекватно съдържанието на дисертационния труд и получените резултати.

## **11. Критични бележки по дисертацията.**

Темата е изключително актуална, перспектива и доста трудна. На пръв поглед тя може да се приеме като решение на една инженерна задача. Безспорно предложениия модел и реализацията е комбинация от високо стойностни и интересни научни решения с добра практическа инженерна подготовка.

## **12. Мотиви и ясно формулирано заключение.**

Не познавам лично автора. Моето заключение се базира на предоставените ми материали.

Дисертационният труд отговаря на изискванията за актуалност, необходим обем, структура и публикации. Авторът е показал познаване на изследвания проблем и умения за неговото решаване.

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа на уважаемото жури да бъде присъдена образователната и научна степен „Доктор“ на инж. Красимир Йорданов Чешмеджиев в област на висше образование – 5. Технически науки, професионално направление – 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“, Научна специалност: 02.21.01. „Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника.“

27.01.2022 г.

*Рецензент: .....  
.....*

(проф. дтн инж. Райчо Иларионов)