



СТАНОВИЩЕ

от д-р Анна Лекова, професор в Институт по Роботика, БАН

на дисертационен труд за присъждане на научната степен „доктор на науките“

Научна област: Технически науки

Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика

Научна специалност: Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника

Автор: д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева, доцент в Институт по Роботика, БАН

Тема: „Хибридни подходи за изграждане на дигитален близък на вариабилността на сърдечната честота“

1. Общо представяне на процедурата и дисертанта

Със Заповед № 50/20.04.2026 г на Директора на ИР-БАН бях определена за член на научното жури във връзка с процедура по придобиване на научната степен „доктор на науките“ по професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, Научна специалност: Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника.

Представеният дисертационен труд е разработен от доц. д-р инж. Галя Георгиева-Цанева от ИР-БАН, и е в областта на съвременните биомедицински информационни технологии. Изследвана е актуалната и перспективна научна област, свързана с вариабилността на сърдечната честота (HRV, от англ. Heart Rate Variability), и предизвикателствата при изграждането на дигитален близък на HRV.

Трудът е с обем 245 страници и съдържа увод, пет основни глави, заключение, формулирани научни и научно-приложни приноси, списък на публикациите по темата на дисертационния труд, техните цитирания и използвана литература. Структурата е логически последователна и проследява пълния цикъл на разработване на концепцията за дигитален близък - от обработката на кардиологични сигнали, през тяхното моделиране и симулиране, до осигуряването на защита на данните и формулирането на цялостна методологична рамка.

Представеният от доц. д-р Галя Георгиева-Цанева комплект от материали е в съответствие с правилника се урежда прилагането на Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), вътрешния правилник на ИР-БАН, като отговаря на критериите за придобиване на научната степен „доктор на науките“.

2. Актуалност на тематиката

Темата на дисертационния труд е изключително актуална и съответства на едни от най-динамично развиващите се направления в съвременната наука и инженерна практика –

дигиталните близнаци, изкуствения интелект, интелигентните биомедицински системи и персонализираното здравеопазване. Нарастващото използване на преносими устройства, IoT платформи, решения за провеждане на телемедицина и системи за непрекъснат физиологичен мониторинг предпоставя необходимост от усъвършенствани методи за анализ, прогнозиране и интерпретация на кардиологичните данни. В този контекст разработването на дигитален близнак на автономната сърдечна регулация представлява значим научен и приложен принос.

Особено значим е приложението комплексен подход, при който са интегрирани методи за обработка на биомедицински сигнали, нелинеен и фрактален анализ, подпомогнат от алгоритми с ИИ, машинно обучение, симулационно моделиране и криптографска защита на данните.

3. Познаване на проблема

Съдържанието на дисертационния труд ясно показва задълбочено познаване на състоянието и проблематиката в научната област. В първа глава е представен детайлен критичен преглед на наличните методи за обработване, анализиране, моделиране и защита на кардиологични сигнали. Разгледани са традиционни и модерни техники за изследване на HRV, уейвлет-базирани подходи, методи на дълбокото обучение, генеративни модели, криптографски решения и концепцията за дигитални близнаци в медицината. Анализът не се ограничава до обзорно представяне, а идентифицира конкретни научни липси, върху които са насочени последващите изследвания.

4. Методика на изследването

Използваната методология е съвременна, добре структурирана и напълно съответства на формулираните цели и задачи на изследването. Прави впечатление ефективното интегриране на подходи от различни научни направления: (1) цифрова обработка на сигнали; (2) дискретни уейвлет трансформации; (3) фрактален и нелинеен анализ; (4) машинно и дълбоко обучение; (5) GAN-базирани генеративни модели; статистическо моделиране; криптографски алгоритми; архитектури за дигитални близнаци.

Предложените методи са теоретично аргументирани и експериментално валидирани чрез реални биомедицински данни и симулационни експерименти. Следва да се подчертае и последователното надграждане на резултатите в отделните глави, което води до формулирането на цялостна концептуална рамка за дигитален близнак на вариабилността на сърдечната честота.

5. Характеристика и оценка на дисертационния труд и приносите

Дисертационният труд представлява завършено научно изследване с ясно изразени научни, научно-приложни и приложни приноси. Особено значим принос представлява

обединяването на обработката на сигнали, моделирането, анализа и информационната сигурност в единна архитектура на дигитален близък.

Най-съществените резултати са:

- Формулираната оригинална методологична концепция за дигитален близък на вариабилността на сърдечната честота
- Разработените нови мултимодални подходи и интегрални индекси, които да подпомагат изграждането на надеждни дигитални HRV близъци в условията на реални IoT и преносими системи
- Разработените хибридни криптографски методи за защита на биомедицински данни
- Новите хибридни методи за намаляване на шума в PPG сигнали
- Усъвършенстваните алгоритми за детекция на характерни точки в PPG и ECG сигнали
- Новите модели за симулация на HRV, PPG и ECG сигнали.

6. Претенция на публикациите и личния принос на дисертанта

Представените публикации отразяват основните резултати на дисертационния труд и от общия брой публикации (25), 14 са публикувани в научни издания с импакт фактор или SJR ранг, като 6 са в списания от първи квартил (Q1), 2 – от втори квартил (Q2), 4 – от трети квартил (Q3) и 2 – от четвърти квартил (Q4). Останалите 10 публикации са представени на международни и национални научни конференции, а една от публикациите е глава от монография. Към момента на представяне на дисертационния труд има 71 цитирания на публикациите по темата на дисертацията, от които 52 са индексирани в Scopus. Това показва, че резултатите вече са разпознаваеми и оценени от научната общност, като може да се очаква широко международно цитиране в бъдеще, особено предвид факта, че разработката запълва съществена празнина чрез формулирането на нова концептуална рамка за дигитален близък на вариабилността на сърдечната честота.

От публикациите също така може да се констатира, че основните научни резултати са получени с водещото участие на автора (който е първи автор в 23 от 25 публикации). Налице е ясно изразен личен принос както при формулирането на научните приноси, така и при разработването на предложените алгоритми, модели и архитектури. Представената публикационна дейност е достатъчна по обем и качество за процедура за придобиване на научната степен „доктор на науките“ и адекватно отразява основните научни резултати по поставените в дисертационния труд цел и задачи.

7. Автореферат

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и коректно отразява съдържанието на дисертационния труд. В него са представени целите, задачите, използваните методи, основните резултати и научните и научно-приложни приноси. Текстът е достатъчен и структуриран, като позволява ясно и последователно запознаване със същността на проведените научни изследвания.

8. Критични забележки и препоръки

Нямам принципни критични бележки към кандидата. По отношение на заявения научно-приложен принос (2), свързан със създаването на интегралните индекси FDTI, RDTI и PDTI, представената експериментална валидация не позволява обосновано обобщаване и интерпретация на резултатите, тъй като индексите са апробирани върху ограничена извадка от 22 спортисти. Липсва и достатъчно демографска характеристика на участниците, включително информация за пола, което е съществено предвид научно докладваните различия в HRV показателите между мъже и жени (Koenig & Thayer, 2016). Следователно, не е ясно доколко индексите запазват чувствителност и специфичност при различни възрастови групи, спортни дисциплини, нива на подготовка и пол. Това не намалява научната значимост на експерименталното изследване, но на настоящия етап индексите FDTI, RDTI и PDTI следва да се разглеждат не като окончателно валидирани инструменти за надеждна оценка на умората, възстановяването и прогнозиране, а като задача за в бъдеще.

Термините „детекция“ и „шумопотискане“ са директен превод от английски език, и не са утвърдени в българската научна литература. В академичен стил термините следва да се заменят с „идентифициране или откриване“ и „потискане на шума или предварителна обработка на сигналите“.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд на доц. д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева е завършено, самостоятелно и оригинално научно изследване с ясно изразени научни и научно-приложни резултати, които допринасят за надграждане на знанията в областта на обработката на биомедицински сигнали чрез ИИ, дигитални близнаци в медицината, телемедицината и защитата на медицинските данни.

Представените резултати напълно отговарят на изискванията на Правилника на Институт по Роботика при БАН за приложение на ЗРАСРБ. Като член на НЖ изразявам **убедено своята подкрепа за присъждането на научната степен „Доктор на науките“ и препоръчвам на уважаемото НЖ да присъди на доц. д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева научната степен „доктор на науките“** в Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика и Научна специалност: Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника.

Дата: 10.06.2026 г.

Изготвил становището:

(проф. д-р Анна Лекова)