



## РЕЦЕНЗИЯ

от

проф. д-р инж. Райчо Тодоров Иларионов,  
Технически университет Габрово,  
кат. „Компютърни системи и технологии“

на материалите, представени за участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“ в област на висше образование 5. „Технически науки“, по професионално направление 5.2. „Електротехника, Електроника и Автоматика“, (Обработка и анализ на биосигнали в медицинската роботика).

В конкурса за доцент, обявен в Държавен вестник, бр. 55 от 02.07.2021 г. за нуждите на Институт по Роботика (ИР), филиал в гр. В. Търново, Секция „Медицинска Роботика“ към Българска Академия на Науките, като кандидат участва гл. ас. д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева от Институт по Роботика-БАН.

### 1. Кратки биографични данни

Кандидатът гл. ас. д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева е родена на 7.12.1966г. в гр. Велико Търново. Средното си образование завършва в Математическа гимназия гр. Велико Търново с отличен успех и златен медал. Галя Николова Георгиева-Цанева е инженер специалност Изчислителна техника и е завършила Технически Университет – Варна, ФЕЕА, ОКС „Бакалавър“ и ОКС „Магистър“. От 1990 г. е научен сътрудник в Институт по Мехатроника при БАН, филиал гр. В.Търново. В периода 2012 - 2016 г. е докторант в Институт по системно инженерство и роботика при БАН по научна специалност „Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника“. През 2016 г. защитава дисертация за ОНС „Доктор“ на тема „Моделиране и анализ на кардиологични данни чрез уейвлет теория“.

От 2017 г. работи като главен асистент в Институт по Роботика при БАН.

### 2. Общо описание на представените материали

Кандидатът участва в конкурса с 23 броя публикации, класифицирани както следва:

- **Публикации, равностойни на монографичен труд: 11 броя**
  - Публикации в международни научни списания – 3 броя [№ 2, 5, 7];
  - Публикации в сборници с доклади на международни конференции – 8 броя [№ 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11].
- **Публикации извън групата на монографичния труд: 12 броя**
  - Публикации в международни научни списания – 3 броя [№ 12, 13, 17];
  - Публикации в сборници с доклади на международни конференции – 4 броя [№ 14, 15, 16, 18];
  - Публикации в сборници с доклади на национални конференции с международно участие – 3 броя [№ 19, 20, 21];
  - Публикации в национални научни списания – 1 брой [№ 22];
  - Глава от колективна монография – 1 брой [№ 23].

#### По място на публикуване:

- Публикации в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (SCOPUS, Web of Science) - 15 броя [от № 1 до № 15];
- Публикации в нереферирани списания с научно резеизиране или в редактирани колективни томове - 7 броя [от № 16 до № 22];
- Публикувана глава от колективна монография 1 брой [№ 23].

**По езика, на който са написани:** на английски език - 19 броя; на български език - 4 броя.

**По брой на съавторите:** самостоятелни - 14 броя; с един съавтор - 2 броя; с двама и повече съавтори - 7 броя.

От всички публикации, с които кандидатът участва в конкурса, 2 са в издания с импакт фактор (IF); 7 са в издания с импакт ранг (SJR); 7 са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (WoS и Scopus) и 7 са в нереферирани списания с научно резеизиране или в редактирани колективни томове.

В съответствието с минималните изисквания за заемане на академична длъжност „доцент“ в област 5 „Технически науки“, залегнали в чл. 26 от ЗРАСРБ, точките по групи показатели (изискуеми и на кандидата), са представени в следната таблица:

Група от показатели	Група показатели	Мин. брой точки за заемане на АД „доцент“	брой точки на кандидата
А	Показател 1	50	50
Б	Показател 2	-	-
В	Сума от показателите 3 или 4	100	425
Г	Сума от показателите от 5 до 11	200	263,33
Д	Сума от показателите от 12 до 15	50	146

Обобщението на тази информация е както следва:

**Група от показатели А** (изискуеми 50 т.) - Дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“ – 50 точки;

**Група от показатели Б** – не се изискват за заемане на длъжност „доцент“;

**Група от показатели В** (изискуеми 100 т.) - публикуван монографичен труд или равностойни научни публикации (не по-малко от 10) в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация – кандидатът представя 11 публикации, реферирани в SCOPUS или в Web of Science, равностойни на монографичен труд – 425 точки;

**Група от показатели Г** (изискуеми 200 т.) – научни публикации в нереферирани издания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове или глава от колективна монография – кандидатът участва с 12 бр. публикации – 263,33 точки.

**Група от показатели Д** (изискуеми 50 т.) – цитирания в научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни – 12 цитирания в реферирани научни издания на 6 научни публикации – общо 120 точки; Цитирания или рецензии в нереферирани списания с научно резензиране - 13 цитирания в реферирани научни издания на 7 публикации – общо 26 точки. Всичко по тази група: 146 точки.

Заклучението ми е, че с представените научни публикации с еквивалент на монографичен труд и публикациите извън тази група, както и посочените цитирания, кандидатът покрива изцяло минималните национални изисквания за заемане на академичната длъжност „Доцент“, за областта „Технически науки“ във висшето образование, залегнали в чл. 26 от ЗРАСРБ.

### 3. Отражение на научните публикации на кандидата в научната общност (известни цитирания)

Кандидатът д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева участва в конкурса с 25 цитирания. В резултат на представената публикационна дейност и съответното отражение чрез цитиране от други автори, кандидатът има индекс на Хирш  $h = 3$  (по данни в платформата SCOPUS) и може да се направи извода, че е познат на научната общност в областта на темата на конкурса.

### 4. Обзор на съдържанието и резултатите в представените трудове

Научните трудове, които кандидатът е представил за участие в обявения конкурс за „доцент“, могат да бъдат обобщени в пет основни направления:

- **Обработка, моделиране, защита на кардиологични времеви данни и организиране и представяне на биомедицински данни в мониторингови системи**

Тематичната група обхваща публикации №: 1, 4, 7, 8 и 9.

В публикация №1 е предложен и изследван нов алгоритъм за моделиране на вариабилността на сърдечната честота (ВСЧ), базиран на използването на уейвлет теорията като метод, отчитащ динамиката на фликтуациите на реалните ВСЧ серии и осигуряващ добра честотна резолюция за моделираната серия едновременно във времевата и честотната област. Алгоритъмът дава възможност във високочестотния и нискочестотния спектър на изследваната кардиологична серия да се отчете влиянието двата дяла на нервната система (парасимпатичен и симпатичен).

Представеният в публикация №4 алгоритъм за защита на кардиологични записи е реализиран на базата на уейвлет базис Db4 и 8 ниво на декомпозиция и може ефективно да се използва при процедурата за вграждане на цифров воден знак и процедурата за криптиране при предаване на кардио данни.

Предложеният в публикация №7 онтологичен модел описва основните онтологични класове (кардио запис, кардио пациент, здравен статус, фамилна анамнеза и други) по удобен начин за целите на обработката и анализирането на биомедицинските данни, и за целите на диагностиката и за създаването на добри предпоставки за провеждане на машинен анализ на входните данни.

В публикации № 8 и 9 са представени алгоритми за оптимално намаляване на шума и локализация на характерни точки при нестационарните кардиологични сигнали. Създадените нови алгоритми са сравнени с известни в научната литература уейвлет базирани алгоритми. Направените оценки показват приложимостта на алгоритмите в програмни информационни системи за обработка и анализ на кардиологични данни.

#### **- *Регистрация, обработка и математически анализ на фотоплетизмографски (PPG) сигнали***

Тематичната група обхваща публикации №: 2, 3 и 10.

В публикация №2 е описана информационна демонстрационна система за наблюдение на сърдечната дейност, базирана на неинвазивен запис на сърдечната активност, реализирана със създадено мобилно преносимо PPG устройство за запис на PPG сигнали. Представената биомедицинска система дава възможност за провеждане на математически базирани анализи, с нелинейни методи като Poincaré plots, Rescaled Range Plot, Detrended Fluctuation Analysis, и Multi Fractal Detrended Fluctuation Analysis.

В публикация №3 са представени и анализирани PPG сигнали получени от доброволци чрез метода отражение на светлината, посредством използването на демонстрационно PPG устройство. Данните, които са изследвани не са обработени (без филтриране, осредняване, отстраняване и др).

В публикация №10 е представена хардуерна и софтуерна система, използваща 4 PPG сензора и 1 електрокардиографски сензор, като PPG сензорите се поставят два отляво и два отдясно, давайки възможност за изследване влиянието на сърдечната дейност върху двете половини на тялото.

#### **- *Диагностични методи, базирани на приложение на математически технологии върху биомедицинските сигнали***

Тематичната група обхваща публикации №: 5, 6 и 11.

В публикации № 5 и 11 е представена софтуерна демонстрационна система, за провеждане на експериментални изследвания върху реални кардио данни и извършване на математически анализи и сравнения. Системата може да бъде полезна при уточняване на диагнозата от кардиолога и за нейната по-висока обективност.

В публикация №11 е доразвита идеята за онлайн базирана платформа за обработка и анализ на кардиологични данни с възможност за съхраняване на данните и резултатите с насоченост освен за научни изследователски цели и за образователни цели.

В публикация №6 е представена преносима сензорна система, базирана на електрокардиографски (ЕКГ) сензор и PPG сензори за провеждане на мониторинг в реално време на физиологичните параметри на пациентите.

#### **- *Линейни и нелинейни методи за математически анализ на кардио данни***

Тематичната група обхваща публикации № 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21 и 23.

Публикациите в тази тематична област са свързани с математически методи за анализ на кардиологични данни: линейни методи, изчисляващи статистически параметри (SDNN, SDANN, SDNNindex, RMSSD, NN50, pNN50, TINN, HRVtriangular index и нелинейни методи (честотни, времечестотни, метод на Поанкаре, Detrended Fluctuation анализ).

В публикация № 12 са изследвани кардиологични записи на сърдечна недостатъчност, посредством времеви и честотен анализ (числови стойности и спектрална плътност на мощността, представена чрез графика).

Синусова брадикардия и вертикуларни фибрилации са изследвани в публикация №13, като определените времеви параметри са сравнени с тези на индивиди с нормален сърдечен ритъм.

В публикация №14 е направено сравнение на честотните компоненти на спектъра при пациенти със сърдечна недостатъчност и здрави контроли.

В публикация №15 е са изследвани кардиологични записи на пациенти с исхемия, инфаркт на миокарда и сърдечна недостатъчност (времеви и честотни числови параметри). Показана е хистограма на здрави субекти и на пациент със сърдечна недостатъчност. Предствени са и графични резултати с помощта на спектрограм метод.

Честотен анализ на пациенти с предсърдно мъждене (atrial fibrillation) е проведен публикация №16.

В публикация №17 е направено сравнение на параметрите във времевата и честотната област на кардио записи на пациенти с инфаркт на миокарда и синкоп.

Във всички описани публикации стойностите на параметрите на изследваните кардио записи на пациенти с различни заболявания са сравнени със здрави контроли. Сравнителните анализи показват статистически значими разлики между параметрите на ВСЧ на записите на пациентите и на здравите контроли. От извършените изследвания е направен изводът, че посредством параметрите на ВСЧ могат да бъдат разграничени кардиологичните записи на болни индивиди от тези на здравите индивиди.

В публикация №18 е направено проучване на промените на ВСЧ с напредване на възрастта при хората в 3 възрастови групи. Резултатите от най-младата група показват значителни разлики във вариабилността по време на будност и сън. Изследванията върху най-старата група показват малки разлики в дневните и нощните параметри, което показва намаляване на ВСЧ с увеличаване на възрастта и намаляване на способността на човешкото тяло да се адаптира към прехода ден/нощ.

В публикация №19 е направено изследване на ВСЧ чрез метода на Poincare за пациенти с аритмия, синкоп, сърдечна недостатъчност и здрави контроли. Установено е, че графиката при здравите индивиди има формата на комета, а при болните индивиди може да бъде ветрило, торпедо или други форми. В случаите на здрав индивид, пациент с аритмия и пациент със синкоп, точките в графиката са симетрични. Чрез този метод могат да се различават болните от здравите индивиди.

В публикация №21 е изследвана исхемична болест на сърцето и сърдечна недостатъчност, посредством времеви и честотен анализ (числови стойности и спектрална плътност на мощността, представена чрез графика) и са установени значими разлики между изследваните параметри на болни и здрави индивиди.

Публикация №23 представлява глава от книга и представя ВСЧ серии при пациенти снети през деня и през нощта. Изследванията показват, че ВСЧ е различна през деня и нощта дори при един и същи индивид.

#### **- Уейвлет базирани методи за анализ на ВСЧ**

Тематичната група обхваща публикации №: 1, 8, 9, 20 и 22.

В публикации № 1, 8, 9 е предложена ефективна уейвлет базирана методика, включваща алгоритъм за локализация на камерните комплекси, намаляване нивото на шумовете в кардиологичния сигнал и моделиране на кардио последователности.

В публикация № 20 е проведен сравнителен анализ чрез спектралните параметри за пациенти със сърдечна недостатъчност и здрави контроли. Налице са разлики в изследваните параметри между пациентите и здравите индивиди.

В публикация № 22 уейвлет базиран метод е изследван и сравнен с традиционния R/S статистически метод за определяне на хърст експонентата при анализ на ВСЧ. Получените резултати показват по-висока точност при определяне на хърст експонентата при използване на уейвлет базирания метод спрямо R/S метода.

### **5. Обща характеристика на дейността на кандидата**

#### **5.1. Научна и научно-приложна дейност**

Научните трудове и разработките на кандидата са насочени към следните основни области:

1. *Обработка, моделиране, защита на кардиологични времеви данни (вариабилност на сърдечната честота) и организиране и представяне на биомедицински данни в мониторингови системи (5 бр.):*

1.1 Моделиране на вариабилността на сърдечната честота: публикация №1.

1.2 Предпроцесорна обработка на биомедицински сигнали: публикации №8, 9.

1.3 Реализиране на защита на кардиологични данни с методите на уейвлет теорията: публикация №4.

- 1.4 Организиране и представяне на биомедицински данни в мониторингови системи чрез създаване на онтология за кардио мониторингова система: публикация №7.
2. *Регистрация, обработка и математически анализ на PPG сигнали (3 бр.)*
  - 2.1 Фотоплетизмографски метод за анализ на дейността на сърцето: публикация №3.
  - 2.2. Софтуерна система с безсървърна архитектура за обработка, съхраняване и анализ на получените PPG сигнали: публикация №2.
  - 2.2. Съвместно използване на фотоплетизмографски и електрокардиографски сензори за изследване на сърдечната дейност: публикация № 10).
3. *Диагностични методи, базирани на приложение на математически технологии върху биомедицинските сигнали (3 бр.)*
  - 3.1. Приложение на графични математически базирани методи: публикация № 5.
  - 3.2. Сензорна система за мониторинг в реално време: публикация № 6.
  - 3.3. Софтуерна система за анализ на кардиологични данни публикация № 11.
4. *Линейни и нелинейни методи за математически анализ на кардио данни (10 бр.)*
  - 4.1. Статистически анализ във времевата област: публикации № 12, 13, 14, 17, 21.
  - 4.2. Спектрални методи за анализ: публикации № 12, 13, 14, 15, 16.
  - 4.3. Времечестотен анализ на ВСЧ: публикации № 15, 17, 23.
  - 4.4. Метод на Поанкаре: публикации № 17, 19, 23.
5. *Уейвлет базирани методи за анализ на ВСЧ (5 бр.)*
  - 5.1. Методика за уейвлет анализ на кардиологични данни, получени посредством холтер мониторинг: локализация на камерните комплекси (публикация №9); намаляване нивото на шумовете в сигнала (публикация №8), приложение на уейвлет методи за моделиране (публикация №1).
  - 5.2. Уейвлет базиран метод за определяне на хърст експонентата при ВСЧ публикация №22.
  - 5.3. Сравнителният анализ на ВСЧ чрез спектралните параметри: публикация №20.

#### **5.2. Участие в научни проекти, членство в програмни комитети и други дейности**

- Ръководител на проект по Фонд „Научни Изследвания“: “Изследване на математически технологии за анализ на физиологични данни с включване на функционалност за хора със зрителен дефицит“ по договор от 2017 г.;
- Участник в проект по Фонд „Научни Изследвания“: “Изследване на приложението на нови математически методи за анализ на кардиологични данни” по договор от 2018 г., текущ;
- Индивидуален проект в Национална Програма „Млади учени и постдокторанти“ в рамките на Инструмента на Хоризонт 2020, текущ (2019-2021г);
- Научно-приложна разработка „Артилерийски изчислител - Перла“ по договор с Министерството на отбраната и в сътрудничество с ВНБАУ „Панайот Волов“ гр. Шумен;
- Член на организационния комитет на конференция Innovative STEM education STEMEDU 2020 и STEMEDU 2021, гр.В.Търново;
- Технически редактор на Научна поредица „STEMedu – Science, Technology, Engineering, Mathematics, Education” том 2, 2020 и том 3, 2021, ISSN: 2683-1333;
- Технически редактор на Научна поредица „Културно-историческо наследство: опазване, представяне, дигитализация“ Том 4, брой 1 и 2, 2018, ISSN: 2367-8038;
- Член на редакционната колегия на научното списание International Journal of Applied Science, ISSN 2576-7259 (Online), издание на IDEAS SPREAD INC;
- Член на редакционната колегия на научното списание International Educational Research, ISSN 2576-3067(Online), издание на IDEAS SPREAD INC;
- Рецензент в списание International Journal of Advanced Computer Science and Applications, издател: The Science and Information Organization;
- Рецензент в списанията Symmetry, Sensors, и Agronomy MDPI Journals, 2021 г.
- Член на Съюза по Автоматика и Информатика „Джон Атанасов“, България;
- Член на на Териториална организация на HTC - гр. В. Търново.

### **5.3. Внедрителска дейност**

Кандидатът Галя Николова Георгиева-Цанева представя сензорна система за мониторинг на физиологични параметри на пациенти със сърдечни заболявания. И информационна софтуерна система за обработка и анализ на кардиологични данни, реализирани при изпълнението на проект „Изследване на приложението на нови математически методи за анализ на кардиологични данни“, финансиран от Национален фонд „Научни изследвания“ по Конкурс за финансиране на фундаментални научни изследвания – 2018 г. Данни за внедряване на тези системи не са представени.

### **6. Приноси** (научни, научно-приложни, приложни).

Приносите на кандидата са много добре балансирани и поредени. Приемам ги така, както са предложени.

#### ***А – Научни приноси***

- Предложен и изследван е нов алгоритъм за моделиране на ВСЧ на кардиологични записи на здрави и болни индивиди. Алгоритъмът е базиран на методите на уейвлет теория и използва при реализицията си три гаусови разпределителни функции с различни вероятностни разпределения.
- Представен е нов алгоритъм за намаляване на нивото на шума в нестационарни сигнали, каквито по своя характер са кардиологичните сигнали и други биомедицински сигнали. Предложеният ефективен алгоритъм прилага метод на адаптивен праг, осъществява обработка на детайлни и апроксимиращи коефициенти получени при уейвлет трансформацията, и дава възможност за оптимален избор на ниво на декомпозиция.
- Представен и изследван е нов алгоритъм за локализация на най-характерните точки (точки с максимално амплитудно отклонение) в кардиологичните записи.
- Реализиран и изследван е алгоритъм за защита на кардиологични данни, приложен върху холтерни мониторингови данни. Алгоритъмът прилага дискретна уейвлет трансформация, Energy Packing Efficiency базирана компресия, извършва процедура по враждане на цифров знак, включва криптографска процедура, последвана от инверсна уейвлет трансформация.

#### ***Б – Научно-приложни приноси:***

- Предложена е методика за уейвлет анализ на кардиологични записи, получени посредством холтер мониторинг.
- Изследвани и анализирани са разликите на ВСЧ при пациенти със сърдечно-съдови заболявания и здравите индивиди посредством графично представяне чрез спектрограм метода.
- Анализирани и усъвършенствани е информационна система, даваща възможност за провеждане на експериментални изследвания върху реални кардиологични данни и провеждане на математически базирани анализи и сравнения.
- Разработена и изследвана е хардуерно-софтуерна система, реализирана с 4 PPG сензора и един ЕКГ сензор, поставени на различни места върху човешкото тяло.
- Проектирана и реализирана е демонстрационна програмна система с безсървърна архитектура, предназначена да обработва, анализира и съхранява PPG сигнали.

#### ***В – Приложни приноси:***

- Представена е софтуерна система за демонстративни цели с насоченост към научни изследвания и към обучение на студенти по медицина, реализираща линейни, нелинейни и други методи за анализ на кардиологични данни от реална база от холтерни записи на пациенти.
- Практически са реализирани софтуерни процедури на уейвлет базирани методи за обработка и анализ на кардио данни, включени в демонстрационна софтуерна система за обработка и анализ на вариабилността на сърдечната честота.
- Представена е информационна сензорна демонстрационна система за наблюдение на сърдечно-съдовата дейност, базирана на иновативен неинвазивен метод за запис на сърдечната активност, реализирана с мобилно преносимо PPG устройство, осъществяващо запис на фотоплетизмографски сигнали.

- Анализирани са кардиологични записи на пациенти и е установено наличието на статистически значими разлики между ВСЧ на пациенти с различни сърдечносъдови заболявания и здрави индивиди; установено е намаляване на ВСЧ в състояния след прекаран инсулт на мозъка, като изводът е направен въз основа на проведен времечестотен анализ на пациент, който е преживял инсулт.
- Създаден е иновативен за България онтологичен (OWL модел), посредством който да може да се представя база данни с медицинска и лична информация за пациента. Моделът може да се използва целите на обработката и анализирането на биомедицински данни, както и при диагностика и провеждане на машинен анализ на медицински и лични данни.

#### **7. Оценка на личния принос на кандидата.**

Един от показателите за заслугите на кандидата е личното му участие в посочените по-горе приноси. В 14 от 23 научни статии и доклади, д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева е единствен автор, в 2 е с един съавтор и останалите с двама и повече съавтори. Богатата научно-изследователска дейност са доказателство за едно високо ниво за професионална компетентност. Съдържанието в материалите по конкурса говорят за високо подготвен специалист и не оставят съмнение в това, че научните и приложните приноси на кандидата са самостоятелно дело или екипно, но с негово значимо творческо участие.

#### **8. Критични бележки и препоръки**

Към представените материали за конкурса и лично към кандидата нямам критични забележки.

#### **9. Лични впечатления**

Не познавам лично кандидата. Моите впечатления са основно от документите и трудовете, представени за участие в конкурса. Считаю, че научно-изследователска дейност и постигнатите досега резултати в областта на моделирането, използването на математически технологии върху биомедицинските сигнали и създаването на диагностични методи, заедно и с богатият научно-изследователски опит, разкриват много добре творчески възможности на кандидата.

#### **10. Заключение:**

Кандидатът д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева се представя с трудове и лични данни, които успешно защитават нейните претенции в конкурса. За заключението ми по конкурса влияят следните обобщения:

1. Кандидатът е представил научни трудове, които са достатъчни съобразно установените изисквания за научното звание "доцент" на национално ниво и минималните изисквания на Институт по Роботика към БАН.

2. Проявява качества на учен в сферата на моделирането и използването на математическите технологии.

3. Може сам да поставя и решава научни задачи на равнището на изграден научен работник, владее инструментариума и умее да го прилага.

4. Има оригинални творчески постижения на високо научно равнище, достатъчни по обем и значимост за присъждане на научното звание "доцент".

**Имайки предвид гореизложеното, предлагам на уважаемото жури гл. ас. д-р инж. Галя Николова Георгиева-Цанева да бъде избран за „доцент“ в област на висше образование – 5. “Технически науки“, по професионално направление 5.2. “Електротехника, Електроника и Автоматика“, (Обработка и анализ на биосигнали в медицинската роботика).**

02.11.2021 г.

Рецензент:

/проф. д-р инж. Райчо Иларионов/