

Вх. № 1455/К0 / 01.11.2024.

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност „доцент” в секция „Обработка и анализ на биомедицински сигнали и данни” по професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика”, научна специалност „Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката (биомедицина)”. Конкурсът е обявен в “Държавен вестник”, бр. 69 от 16.08.2024 г.

кандидат: **Тодор Венков Стоянов, инж. д-р.**

Рецензент: проф. д-р инж. Никола Вичев Колев, доктор на науките, член на жури, съгласно Заповед № 1349/14.10.2024 г. на Директора на Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН.

1. Общи положения и биографични данни

Кандидатът за конкурса д-р Тодор Стоянов е роден през 1972 година и завършва магистърски курс и придобива магистърска степен по медицинска електроника в Техническия университет–София. Работи в Централната лаборатория по биомедицинско инженерство (сега Институт по биофизика и биомедицинско инженерство) от 1999г и досега като специалист, асистент и главен асистент. Защитил е дисертация на тема „Компютърна обработка и анализ на електрокардиограми” по научната специалност „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление в медицината” и е получил образователната и научна степен „доктор” през 2005 година.

Общият му трудов стаж по специалността е 26 години и 8 месеца, като се е квалифицирал по биомедицинско инженерство, сензорно-информационни архитектури, обобщено-мрежови модели и кибернетика. Има издадени 6 сертификата за внедряване по линия на френско-швейцарския консорциум Shiller Medical SAS.

Д-р Стоянов е единствен кандидат и е подал документите си за конкурса в законовия срок.

2. Общо описание на представените материали

Кандидатът в конкурса за академичната длъжност „доцент” д-р Стоянов е представил следните материали: заявление до Директора на ИББИ; автобиография; копия на диплома за образователната и научна степен „доктор”, удостоверение за стаж; списък на систематизирани 11 публикации, в съвкупност с качества на монографичен труд, списъци на научните трудове в специализирани научни издания; отделно копия на научните публикации за участие в конкурса; авторска справка за цитирания на негови трудове; авторска справка за научни и научно-приложни приноси; справка за

участие в научни и образователни проекти, с приложени сертификати; справка за съответствие на материалите на кандидата с минималните изисквания към кандидатите за академичната длъжност «доцент», съгласно Приложение от ПУРЗАД на БАН.

3. Обща характеристика на научноизследователската и научноприложната дейност на кандидата

Кандидатът в конкурса Тодор Стоянов е работил в областта на биомедицинското инженерство, обобщено-мрежови модели и кибернетика. Той е представил за рецензиране 36 научни труда извън 6 –те публикации по дисертацията, както следва: • статии в списания с импакт фактор – 8 бр (общ IF = 25.29). • статии в издания с SJR ранк – 13 бр. • статии в други рецензирани списания – 15 бр. От общия брой научни трудове, 2 са самостоятелни, а останалите 34 са колективни разработки, в 2 от които е първи автор.

Представил е 11 публикации с качества на хабилитационен труд в областта на регистриране, обработка и управление на електрокардиографски сигнали.

Отделно кандидатът е представил списък на 25 научни труда извън 11-те публикации с качества на хабилитационен труд. Резултатите от научните трудове извън тези с качества на хабилитационен труд са в областта на свързан с разработване на измервателна апаратура при терапия на пациенти с приложението на електрически импулси с висок интензитет през човешките тъкани, което има терапевтичен ефект за прекъсване на животозастрашаваща камерна или предсърдна фибрилация. Показани са приложения при кардиоверсия в интензивно кардиологично звено за прекъсване на предсърдна фибрилация и при електрохимиотерапия.

В литературата е показана обратно-пропорционална връзка между трансторакалния импеданс и успеваемостта на дефибрилацията, но информацията за количествената корелация между ударния обем и вариацията на високочестотния трансторакален импеданс е все още оскъдна. Това налага необходимостта от събиране на база данни при такива манипулации, с цел проследяване на състоянието на пациента и оптимизиране на специфичните настройки на високоволтовите импулси.

Сърдечният арест, според публикации на кандидата, е една от значимите причини за смъртността в световен мащаб и съгласно препоръките, кардиобелодробната реанимация (КБР) трябва да се прилага на пациенти със сърдечен арест и да се комбинира с електрически шок, ако е налице камерна фибрилация (КФ) или камерна тахикардия (КТ). Понастоящем, приложението на автоматични външни дефибрилатори (АВД) включва, както анализ на едноканална ЕКГ и нанасяне на

дефибрилационен шок, така и подпомагане на спасителния екип по време на реанимационната процедура. [B4.1, B4.2, B4.3, B4.4, B4.6, B4.8, Г8.6, Г8.7] са свързани с изпълнението на задачи по международен договор с Schiller AG, Швейцария.

Предсърдното мъждене е най-честата устойчива сърдечна тахикардия, като честотата ѝ нараства от 0.5% на възраст между 40-50 години до 5-15% при хора на 80 години. Навременната диагностика на предсърдно мъждене е изключително важна за минимизиране на усложненията, свързани с този вид аритмия. Приносите в това научно направление са свързани с пет от публикациите, представени за конкурса за заемане на академична длъжност „доцент“ [B4.5, B4.7, B4.9, Г7.8, Г7.9]

Идеята за Интер-критериалния анализ е разработена в периода 2014–2015 г. от Атанасов въз основа на два математически формализма — теория на индексните матрици и интуиционистични размити множества. Той е проектиран като метод за откриване на нивата на корелация между два критерия в определен набор от критерии, които са измерени или изчислени за набор от обекти и да подчертае двойки критерии, които показват достатъчно високи корелации, като по този начин се избере разумен набор от критерии.

В поредицата статии [B4.10, Г7.5, Г8.13] са изследвани различни наредби между интуиционистки размити двойки, които са използвани за оценки на сходството на обекти и позволяват сравняването на алтернативи. Предложените от нас наредби по естествен начин разширяват класическата частична наредба и подпомагат избора на най-добра алтернатива при определени разумни. В статията [Г8.12] е разгледан класът на всички интуиционистки размити множества, като е доказано, че при определени условия оценките за частично включване на три различни (интуиционистки размити множества) гарантира класическото включване.

Научните трудове на д-р Стоянов са публикувани в списания: в научните издания на международни конференции „Proceedings of the IEEE”, „Electronics”, Computing in Cardiology 3–rd European Symposium on Biomedical Engineering and Medical Physics , Patras, Greece и др. „Physiological Measurement“, „Resuscitation“, „Sensors“, „Mathematics“, „Medical & Biological Engineering & Computing“, „Studies in Computational Intelligence“, „Advances in Intelligent Systems and Computing“, „Lecture Notes in Networks and Systems“, „International Journal Bioautomation“, 8th European Symposium on Computational Intelligence and Mathematics, „Annual Journal of Electronics“, списание „Автоматика и Информатика“,

В списъка за цитирания по процедурата са отбелязани 380 цитирания на публикации на кандидата на 32 негови научни труда от учени от страната и чужбина (Китай, Индия, Русия и др.).

Комплексният характер на разработките, с които кандидатът участва в конкурса, е наложил той да работи в екип и затова трудовете му с изключение на два са колективни.

Наукометричната справка за активностите на кандидата в конкурса показва, че при минимално изискване от 400 точки за доцент в БАН, д-р Стоянов е надхвърлил изискуемият минимум точки по всички позиции (събрани всичко 524,5 точки).

Прегледът на документите на кандидата показва, че са спазени процедурните и законовите изисквания, произтичащи от ЗРАСРБ (чл.29, ал.1), Правилника към него (чл. 60) и Правилника за условията и реда за заемане на академични длъжности на Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН.

4. Основни научни и научно-приложни приноси

Ще представя по-кратко, систематизирано от мене, приносите на кандидата в конкурса, които имат основно характер на научно-приложни.

Най-напред ще бъдат разгледани и оценени приносните елементи на научните трудове, които са включени в списъка на научни трудове с качества на монографичен труд. Всичките 11 научни труда са в научни списания с импакт фактор или Scopus, реферирани и индексирани в световната система за оценяване. В обхвата на тези трудове са формулирани следните научно-приложни приноси:

1. Обучени са и тествани модели на невронни мрежи за сегментиране на усреднен PQRST сегмент, като в изследването са обхванати няколко архитектури – чисто конволюционен енкодер-декодер и негови модификации. [B4.11].

2. Обосновано е приложението на SAS алгоритъма като е изследвано влиянието на електромагнитни смущения върху работата на алгоритъм за детекция на животозастрашаващи аритмии, имплементиран в системата за взимане на решение за шок (shock-advisory system, SAS) на автоматични външни дефибрилатори на фирма Schiller (Fred Easy, DG4000) и работата на горепосочения SAS алгоритъм при различна продължителност на анализирания ЕКГ сегмент [B4.1; B4.2].

3. Установено е, че АВД с настройки за възрастни могат да бъдат ефективно прилагани при деца, с изключение на бързи ритми неподлежащи на дефибрилация (-2%) при което е наблюдавана повишена точност за камерните фибрилации при деца (+4%). [B4.6].

4. Разработена е система за вземане на решение относно необходимостта от прилагане на дефибрилация при минимално закъснение след края на сърдечния масаж, която включва модул за прецизна детекция на края на масажа и модул за анализ на кратки епохи с чист ЕКГ сигнал [B4.1, 4.2, B4.3, B4.4].

5. Изчислен е набор от 118 критерия, характеризиращи RR и PP интервалите; амплитудите на QRS и P-вълните; ЕКГ сигнала в рамките на TQ интервалите, отклонението на TQ и PQRST сегментите от техния първи вектор при прилагане на анализ на главните компоненти след елиминиране на QRS комплексите [B4.5].

6. Разработеният AWC алгоритъм води до следните ползи за пациента: висока точност на детекция, удовлетворяваща изискванията на Американската Кардиологична Асоциация [B4.8].

Ще бъдат разгледани и оценени и приносните елементи на научните трудове, които не са включени в списъка на научни трудове с качества на реабилитационен труд, а те са 26 броя.

1. Установена е продължителността на паузите по време на кардио-белодробна реанимационна процедура, включваща сърдечен масаж и обдишване [Г8.6].
2. Създаден е 12 канален ЕКГ модул с висока амплитудна резолюция и честота на дискретизация (32 kHz) за прецизно регистриране на ЕКГ сигнали и софтуер към него за регистриране на 2 канално ЕКГ и последващ анализ на сърдечен вариабилитет. [Г8.15].
3. Разработена е система за събиране на синхронизирана база данни по време на интервенции с високоволтови електрически импулси, която записва генерираните по време на дефибрилационен шок напрежителни и токови импулсни поредици с висок интензитет, както и поддържа непрекъснат запис на ЕКГ и високочестотен импеданс. (Г8.15);
4. Разработено е тестово устройство, разполагащо с 16 независими канала, с честота на дискретизация 2 kHz, и амплитудна резолюция 286 nV/bit на изхода и се използват 12 стандартни отвеждания, които се преобразуват в 8 първични отвеждания с помощта на математически формули. [Г7.2]
5. Разработен е нов еталон за проверка на цифрови електрокардиографи с вградени тестови сигнали, заимствани от хармонизирания с Европейската директива стандарт IEC 60601-2-51(Г8.1, Г8.9).

6. Разработени са адаптивен нискочестотен филтър за потискане на електромиографски шум в ЕКГ сигнали, който е вграден в електрокардиограф от висок клас "CS-200 Excellence" на Schiller AG, Швейцария и филтър базиран върху апроксимационната процедура на Savitzky–Golay с динамично променяща се честота на среза. [Г7.3, Г8.14]. AWC алгоритъмът е вграден в системата за вземане на решение за нанасяне на дефибрилационен шок на автоматичните външни дефибрилатори (DEFIGUARD TOUCH 7) на Schiller Medical, Франция. За участието в тази разработка е издаден сертификат за внедряване [С4].
7. Разработен е адаптивен нискочестотен филтър за потискане на електромиографски шум в ЕКГ сигнали, който може да се вгради в електрокардиограф от висок клас "CS-200 Excellence" на Schiller AG, Швейцария. За участието в тази разработка е издаден сертификат за внедряване (С6)
8. Разработен е модул, който прилага софтуерно измерване на честотната вариация на мрежовото смущение (PL) , за който анализът показва малка грешка, обикновено в порядък от $\pm 20\mu\text{V}$ за субтракционната процедура и $\pm 60\mu\text{V}$ за блокиращ лентов филтър. [Г8.3, Г8.11]
9. Модифицирана е така наречената субтракционна процедура, така че да се използва върху ЕКГ сигнали с честота на дискретизация равна на 5 и 128 kHz и за която максималната абсолютна грешка е около $20\mu\text{V}$ [Г7.7]
10. Разработен е адаптивен филтър за потискане на мрежови смущения в реално време, който удовлетворява изискванията на стандарт IEC 60601-2-51 поставени за диагностични ЕКГ системи (Г8.8).
11. Обобщени са знанията и опитът в областта на автоматичната класификация на камерни комплекси. [Г8.4, Г8.5].
12. Разработен е метод за класификация на QRS комплекси в два класа - нормални и екстрасистоли въз основа на морфологични ЕКГ критерии, отразяващи амплитуди, ширини и наклони на вълните, който е тестван със сигнали от АНА и МПТ-ВІН базите данни и показва чувствителност $Se=99.04\%$ и специфичност $Sp=99.62\%$ [Г7.6].
13. Обобщени са знанията в областта на автоматичната външна дефибрилация, натрупани през годините и е синтезирана информация, свързана с проектирането на дефибрилационни импулси и разработването на алгоритми за анализ на животозастрашаващи сърдечни аритмии. [Г8.7],

14. Реализирана е класификация на едноканални ЕКГ сигнали в 4 класа - предсърдно мъждене, нормален синусов ритъм, други аритмии и силно зашумени сигнали чрез обучени напълно свързани невронни мрежи (Г7.8)
15. Разработен е практичен за използване в клинични условия алгоритъм за предпроцедурна оценка на риска от рецидив на предсърдно мъждене след катетърна аблация, базиран на линеен дискриминантен модел с пет входни параметъра - левокамерна фракция на изтласкване, спектрална амплитуда на f-вълните, сърдечна недостатъчност, удар/преходна исхемична атака и диабет (Г7.9).
16. Установени са необходими и достатъчни условия за превръщането на частично включване в класическото включване на ИРМ, като е разширена теорията на ИРМ, чрез въвеждане на нови наредби над Интуиционистки развити множества [В4.10, Г7.5, Г8.13] [Г8.12]
17. Предлага се създаване на модели за проектиране и изграждане на центрове за дистанционно медицинско обслужване (telehealth) като е установена възможността за намаляване на размерността на пространството на признаците при решаване на практическа задача [Г7.1, Г7.4, Г7.9].

Кандидатът в конкурса предлага в бъдещата работа, следното:

1. Продължаване разработките с използване на дълбоки невронни мрежи и конволюционни невронни мрежи
2. Разработка и внедряване на нови филтри за обработка на биомедицинските сигнали
3. Внедряване на нови методи за цифрова обработка на биомедицинските сигнали.

5. Значимост на приносите за науката и практиката

Значимостта на създадените методи и устройства е безспорна, защото се предлагат завършени технически разработки, някои от които са внедрени в практиката в изпълнение на научни проекти и договори у нас и в чужбина.

6. Критични бележки и препоръки

1. Авторската справка за приносите с публикациите и внедряванията е многословна.
2. Препоръчвам д-р Стоянов да подготви и публикува монография на основата на собствените разработки, за да намерят те по-широко признание.

7. Лични впечатления и становище на рецензента

Познавам д-р Стоянов от участието ми като член на Научния съвет на Централната лаборатория по биомедицинско инженерство. Публикациите му правят добро впечатление и показват задълбочено познаване на процесите, които той е

изследвал.

Оценявам положително резултатите от разработките на кандидата, включени в научните публикации и внедрявания, с които кандидатът участва в конкурса, както и натрупаните знания и опит в Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН.

Отбелязвам, че кандидатът в конкурса няма доказано по законоустановен ред плагиатство в научните трудове (Чл.24. ал.5 от ЗРАСРБ).

Нямам общи публикации с д-р Стоянов и не съм свързано с него лице по смисъла на параграф 1, т. 5 от Допълнителните разпоредби на ЗРАСРБ..

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След запознаването с представените от кандидата в конкурса материали (биография, научни трудове, участия в проекти и договори и тяхното внедряване, тяхната значимост, съдържащите се в тях научно-приложни приноси), намирам за основателно да подкрепя кандидата, да предложа на Научното жури да вземе положително решение по избора за „Доцент“ на д-р инж. Тодор Венков Стоянов, и да предложи на Научния съвет на Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН той да бъде избран да заеме академичната длъжност „Доцент“ по професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“(Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката (биомедицина)) в секция „Обработка и анализ на биомедицински сигнали и данни“.

25.10.2024г

Рецензент:

проф. д-р инж. Никола В. Колев, дн.