

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Михаил Матвеев, ИБФБМИ – БАН, на материалите, представени за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „Доцент“ в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“ (Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката (биомедицина).

В конкурса, обявен за нуждите на секция „Обработка и анализ на биомедицински данни и сигнали“ в ИБФБМИ, публикуван в ДВ, бр. 69/16.082024 г., на основание чл. 5.9. от Правилника за приложение на ЗРАСРБ в ИБФБМИ, като единствен кандидат участва гл. ас. д-р Татяна Димитрова Добрева от същата секция.

1. Кратки биографични данни за кандидата

Кандидатът д-р Татяна Добрева е завършила висше образование, магистърска степен в Техническият университет – София, Факултет по комуникационна техника и технологии, специалност „Радио и телевизионна техника“ през 1995 г. От 1996 до 1999 г. работи като инженер-конструктор в Институт за специална електроника „Електрон-Прогрес“ в областта на проектиране и програмиране на микроконтролерни системи. От 1999 г. работи в БАН, първоначално в Централната лаборатория по биомедицинско инженерство, впоследствие в Института по биофизика и биомедицинско инженерство, като заема последователно длъжности специалист, научен сътрудник III-II-I степен, главен асистент. От 2001 до 2003 г. е задочен докторант в Централната лаборатория по биомедицинско инженерство и защитава дисертация за ОНС „Доктор“ по научна специалност 02.21.07 „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление (в медицината)“ на тема „Бързо успокояване на електрокардиографски усилвател след дефибрилационен импулс“.

2. Общо описание на представените материали

Съгласно Приложение 2 от Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България в Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН, в което са определени минималните изисквания за заемане на академична длъжност „Доцент“ в област 5. „Технически науки“, определям следното съотношение между минималните изисквания и оценките на представените материали от кандидата:

Група от показатели	Показател	Минимални изисквани точки за доцент	Точки на кандидата
А	1. Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“	50	50
Б	2. Дисертационен труд за присъждане на научна степен „доктор на науките“	x	x
В	4. Хабилизационен труд - научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация	100	189
Г	7. Научна публикация в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация 8. Научна публикация в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове	200	311
Д	12. Цитирания или рецензии в научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация или в монографии и колективни томове	50	100
Е	26. Призната заявка за полезен модел, патент или авторско свидетелство	0	80

Видно е, че кандидатът надхвърля изискванията за заемане на обявената в конкурса академична длъжност.

3. Отражение на научните материали в научната общност

Извън откритите цитирания на научни публикации – общо над 250, в професионалното научно пространство са представени 8 публикации с общ импакт-фактор 19.737 (от които 1 е с IF=4.325) и 6 статии с SGR. От тези данни е очевидно, че в професионалната област на изследванията на кандидата резултатите от нейните изследвания са добре познати. За информиране на националната и международната научната колегия свидетелстват и 17-те участия на кандидата в Международната научна конференция „Електронна техника“.

4. Обзор на съдържанието и резултатите в представените трудове

Обобщено, научните изследвания на кандидата се отнасят до:

- регистриране и филтриране (премахване на нискочестотни, високочестотни и мрежови смущения) на различни биосигнали –основно на биоелектричния сърдечен сигнал и неговите електрокардиографски (ЕКГ) регистрации;
- регистриране на сърдечен пулс чрез фотоплетизмографски сигнали;
- регистриране на дихателната функция чрез импедансплетизмографски сигнали;
- обработка и анализ на електромиографски (ЕМГ) сигнали.

5. Обща характеристика на дейността на кандидата

Публикациите на кандидата обхващат разработки за регистриране на различни биосигнали (ЕКГ, пулс, дишане) чрез различни измервателни преобразуватели като усилватели без опорен електрод, източници с капацитивни изходни импеданси, фотопреобразуватели. По-важните приноси в този раздел, представени в публикациите за участие в настоящия конкурс, формулирам най-общо така:

- измервателни преобразуватели за регистриране на биосигнали;
- високоразрядно (24 бита) регистриране и генериране на ЕКГ сигнали;
- адаптивно филтриране на електромиографски шум в ЕКГ сигнали;
- филтриране на мрежови смущения от ЕКГ сигнали.

6. Основни приноси със значима научна компонента и научно-приложни приноси

Въз основа на общата характеристика на дейността на кандидата, по-подробно систематизирам приносите по следния начин:

Измервателни преобразуватели за регистриране на биосигнали.

1.Разработени са иновативни схемни решения на диференциални и недиференциални усилватели на биосигнали без опорен електрод. Съществен принос в схемотехниката на двуелектродни усилватели на биосигнали е постигнатият висок входен импеданс за полезния сигнал и нисък за синфазните смущения. Предложените решения са приложими за двуелектродно регистриране на ЕКГ сигнали в двуелектродни приложения като дефибрилатори, амбулаторни монитори и други.

2.Разработено е схемно решение за едновременно регистриране на висококачествена електрокардиограма (ЕКГ) и биоимпеданс (дишане). Това е постигнато благодарение на специално проектиран усилвател с управлявани с ток входове, осигуряващ ниски синфазни импеданси на токовите електроди и висок диференциален импеданс на напрежителните електроди. Основното предимство на концепцията е, че смущаващите токове с мрежова честота текат през токовите електроди, а не през напрежителните и по този начин се получава ЕКГ сигнал без смущения с мрежова честота.

3.Разработени са иновативни измервателни преобразуватели за снемане на биосигнали от сензори с капацитивни изходни импеданси, като например сигнали от капацитивни електроди или от пиезоелектрични сензори. Съществен принос е автоматичното определяне на работната точка чрез активна отрицателна обратна връзка, с което се постига ниска гранична честота на лентата на пропускане (0.05 Hz), позволяваща регистриране на ЕКГ сигнали за диагностични цели.

4. Разработен е фотопреобразувател за регистриране на периферен пулс от областта на челото. Устройството е предназначено за генериране на допълнителен сигнал, съответстващ на сърдечната дейност, който да се използва при портативните автоматизирани външни дефибрилатори.

5. Реализирани и патентовани са метод и устройство, при които корелираното двукратно семплиране (широко използвана техника при обработката на сигнали от сензори) се усъвършенства до техники за корелирано многократно семплиране. С цената на обработката на повече дискрети, новите CMS техники значително подобряват потискането на офсета и нискочестотния шум на измервателния преобразувател.

Високоразрядно (24 бита) регистриране и генериране на ЕКГ сигнали.

6. Внедреното аналогово-цифрово преобразуване на данни с висока разделителна способност прави системата подходяща за запис на късни потенциали, които са високочестотни вълнови форми на ниво микроволт в крайната част на QRS комплекса при пациенти, склонни към продължителна камерна тахикардия. Методът е приложен за събиране на ЕКГ база данни с цел разработване и тестване на методи за разпознаване на лица чрез ЕКГ. Такава база данни би могла да подкрепи дефинирането на оптимален брой ЕКГ отвеждания и оптималния набор от функции и би улеснила решението за приложимостта на ЕКГ като биометрична характеристика на човека в различни среди.

7. Разработен е симулатор на ЕКГ сигнали, представляващ тестер за ЕКГ устройства, който генерира сигнали с висока разделителна способност чрез директно цифрово-аналогово преобразуване на данни от компютър. Съвременният дизайн на електрокардиографски симулатори трябва да е в съответствие с международния стандарт IEC 60601-2-47, издаден през 2012 г., който препоръчва измерванията, детекциите и интерпретативните отчети на ЕКГ да бъдат тествани чрез дигитализирани ЕКГ сигнали, взети от пет стандартни бази данни.

Адаптивно филтриране на електромиографски шум в ЕКГ сигнали.

8. Проектиран е адаптивен нискочестотен филтър, самонастройващ се към честотния спектър на ЕКГ вълните. Филтърът се основава на апроксимационната процедура на Savitzky-Golay с динамична промяна на граничната честота. Изпълнени са последните препоръки за филтриране на American Heart Association. Характеристиките на филтъра позволяват да се използва като част от предварителната обработка на едноканална ЕКГ за класификацията на предсърдно мъждене, нормален синусов ритъм, други аритмии и силен шум, посредством анализ на параметри, отразяващи морфологията на ЕКГ сигнала и сърдечния вариабилитет.

9. Предложени са локално-адаптивни алгоритми за филтри, базирани на основата на медианните филтри, които извличат медианната стойност на сигнала от обработвания прозорец с параметър на линейност K , в зависимост от локалните оценки на сигнала и с „твърдо“ превключване на настройките за дължина на плъзгащия се прозорец и коефициент, който влияе върху параметъра K .

Филтриране на мрежови смущения от ЕКГ сигнали

10. Разработени са различни гребенчати филтри, базирани на първа разлика или на осредняване. За да се запази ефективността на гребенчатите филтри когато мрежовата честота се различава от номиналната си стойност и техните гребени да съвпадат с хармониците на променената мрежова честота е предложен прост метод за синтезиране на дробно адаптивни филтри, при които честотната характеристика се шифтва в произволна дробна стъпка и се адаптира към новата стойност на мрежовата честота.
11. Разработен е филтър чрез смесено аналогово-цифрово решение за автоматично балансиране на импедансния мост, формиран от електродните импеданси и входните импеданси на усилвателя. Мрежовите смущения се премахват чрез добавяне на част от синфазното напрежение, с автоматично регулирана амплитуда и фаза, към полезния диференциален биосигнал. Описаният метод осигурява висококачествени биосигнали без необходимост от синфазен опорен електрод.
12. Разработен е цифров филтър със синхронно филтриране. Той се базира на цифрово демодулиране и последващо ремодулиране, чрез синхронна обработка на диференциалния и синфазния сигнал. Демодулаторът и ремодулаторът са затворени в контур с отрицателна обратна връзка, при което автоматично се изважда в реално време изчисленото мрежово смущение от входния диференциален сигнал.
13. Проектиран е софтуерен фазово-заклучен контур (PLL), генериращ синхронен със синфазното мрежово смущение опорен сигнал. Фазово-заклученият контур е получен от неговия аналогов прототип, чрез използване на разлика назад за s-домейн към z-домейн съответствие.
14. Проектирани са софтуерно автоматично регулиране на усилването без обратна връзка и с обратна връзка. Те са предназначени да генерират постоянна амплитуда на мрежовото смущение, извлечено от синфазния сигнал по време на запис на ЕКГ биопотенциали.

7. Значимост на приносите и внедряване на резултати от изследванията

Дейността на кандидата в професионалната област на изследванията има впечатляващи доказателства за научен, научно-приложен принос и внедрителски ефект. В предходния раздел очертах научните и научно приложните приноси, но специално заслужават акцент практическите и внедрителските резултати от изследванията на кандидата.

Гл. ас. д-р Татяна Добрева е съавтор на два патента:

BG67598. Метод и устройство за регистриране и синхронно филтриране на биосигнали

BG67325. Метод и устройство за корелирано многократно семплиране с формиране на шума от висок ред.

Тя е съавтор на издаден от водеща европейска фирма в областта на медицинската апаратура Schiller AG, Швейцария Сертификат за внедряване във висок клас ЕКГ апарат CS-200 Excellence на проектирания адаптивен нискочестотен филтър за филтриране на електромиографски шум от електрокардиограми. Този ЕКГ апарат е внедрен в серийно производство.

8. Оценка на личния принос на кандидата

От общия брой от 40 научни труда, представени за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „Доцент“, в 8 гл. ас. д-р Т. Добрева е първи автор. Тук следва да напомня, че областта на биомедицинското инженерство, в която работи тя, е мултидисциплинарна и практически изисква работа в колектив, което ограничава публикуване на продукцията от един автор. Но във всички представени материали личното участие на кандидата е видимо в публикуваните схемни решения и/или алгоритми за обработка и анализ на сигнали.

9. Критични бележки

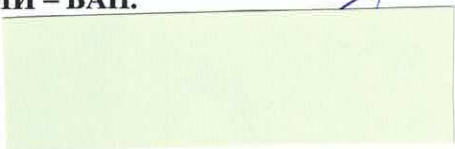
Нямам съществени критични бележки към представените от кандидата материали по конкурса. Би могло в самооценките на кандидата да са избегнати, или да са по-кратки описанията на съществуващи решения от други автори, макар и като мотивация за личните изследвания. Кандидатът би могъл в бъдеще да представи обобщаващ материал върху изследванията си в областта на филтрационите методи при биоелектричните сигнали.

10. Лични впечатления

Познавам гл.ас. д-р Татяна Добрева от самото и постъпване в Централната лаборатория по биомедицинско инженерство и правоприемника след 2010 г. – Института по биофизика и Биомедицинско инженерство, където тя е в състава на Секцията по обработка и анализ на биомедицински сигнали и данни. В Секцията тя се отличава с прецизната си работа като специалист, авторитетен колега, с умения да работи в колектив.

11. Заключение

От представените материали за научната, научно-приложната и внедрителската дейност по конкурса за заемане на академична длъжност „Доцент“ в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“ (Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката (биомедицина) за нуждите на секция „Обработка и анализ на биомедицински данни и сигнали“ в ИБФБМИ, се вижда, че гл. ас. д-р Татяна Димитрова Добрева има значителни приноси и постижения, с които е известна на професионалната колегия у нас и в чужбина. **Въз основа на тези основания предлагам на членовете на научното жури гл. ас. д-р Татяна Димитрова Добрева да бъде избрана за академичната длъжност „Доцент“ за нуждите на ИБФБМИ – БАН.**


Проф. д-р Михаил Георгиев Матвеев