

## СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване  
на образователната и научна степен „доктор“

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Румяна Ангелова Стоянова**

Тема на дисертационния труд: **„Разработване на иновативни методи и механизми за енергийни пиезохарвестери“**

по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“,  
докторска програма „Микроелектроника“

Член на научното жури: **доц. д-р инж. Светослав Цветанов Иванов**, катедра „Електроника“,  
Технически университет-София, филиал Пловдив

### **1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно приложно отношение**

Глобалната енергийна криза и замърсяването на околната среда, причинени главно от увеличеното потребление на невъзобновяеми енергийни източници, стимулират изследователите да проучат алтернативни енергийни технологии, които могат да събират енергия, налична в околната среда. Механичната енергия е най-вездесъщата енергия на околната среда, която може да бъде уловена и преобразувана в полезна електрическа енергия. Пиезоелектричното преобразуване е подходящия механизъм за събиране на механична енергия поради високия си коефициент на електро-механично свързване и пиезоелектричен коефициент в сравнение с електростатичните, електромагнитните и трибоелектричните преобразуватели. Освен това на пазара се реализират миниатюрни устройства с по-малка консумация на енергия в съответствие с технологичното развитие в електронната индустрия. По този начин се очаква, че в близко бъдеще много електронни устройства ще се захранват от пиезоелектрични генератори.

Предложеният дисертационен труд изследва нови материали и наноструктури от пиезоелектричен тип за преобразуване на механично натоварване в електрически сигнал, подходящ за захранване на маломощни консуматори

В изпълнение на основната цел на дисертацията са поставени пет основни задачи, свързани с: (1) Представяне на методика за описание на вибрационен харвестер; (2) Разработване на модели на мономорфен и биморфен пиезоелектричен харвестер; (3) Създаване на методика за описание на компресионен пиезоелектричен харвестер; (4) Разработване на модел на компресионен пиезоелектричен харвестер; (5) Експериментални изследвания на предложените модели на пиезоелектрични харвестери от вибрационен и компресионен вид.

### **2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал**

В дисертацията са използвани 143 литературни източници – от тях 140 на латиница, 3 на кирилица и 57 интернет адреса, което показва, че докторантката е запозната с публикациите в областта на пиезоелектричните харвестери от вибрационен и компресионен

вид, на техните основни характеристики и области на приложение за получаване на електрическа енергия. В литературния преглед проличава коректното цитиране на литературните източници, научното навлизане в изследваната проблематика и творческото интерпретиране на използваната литература, както и много доброто визуално представяне на разглежданите технологии и постигнати резултати.

### **3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставените цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси**

След направения анализ на известните модели на вибрационни и компресионни харвестери, е направена оптимизация и са разработени 4 нови математически модели, след което са изследвани експериментално с цел верификация на предложените модели. За провеждане на необходимите изчисления и визуализация на получените резултати е използвана програмна среда MATLAB. Направено е математическо моделиране на униморфен пиезохарвестер по метода на крайните елементи. Съставен е модел и на биморфен пиезоелектричен харвестер. Съставените математически модели са подходящи за оценка на количеството енергия, което е възможно да се извлече от изследваните енергогенериращи устройства от вибрационен и компресионен вид. Докторантката методически правилно е структурирала изследванията. Съставните части на изследването в дисертацията са взаимно свързани. Поставените цели и задачи са постигнати. Прилагането и усъвършенстването на предложените методики развива знанията и опита на докторантката и допринасят за нейното образователно и научно развитие.

### **4. Научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд**

Подкрепям формулираните от докторантката приноси. Определям ги като научно-приложни и приложни и ги свързвам със създаване на нови методики, методи и модели. Приносите съдържат елементи на новост, имат характер на обогатяване на научното познание и практика и имат своето значение. Мисля, че приносите са лично дело на докторантката. Резултатите от проведените, в съответствие с целта и задачите на дисертацията, теоретични и експериментални изследвания са сведени до следните според мен по – значими приноси:

- Предложени са усъвършенствани еквивалентни схеми на вибрационен пиезоелектричен харвестер от гредови тип с цел отразяване на реалните условия, на които могат да бъдат подложени този тип конструкции. Елементите на предложените еквивалентни схеми отразяват някои от променливите параметри в работата на този вид харвестери (като паразитни капацитети), както и параметрите на външните за схемата елементи, които оказват въздействие върху работата на харвестера;
- Създаден е модел на планарна конструкция на пиезоелектричен харвестер от компресионен тип, който отразява особеностите на елементите, изграждащи това устройство, и се базира на основните принципи на съпротивлението на материалите за вертикално и хоризонтално усилие. Предложено е паралелно електрическо свързване между отделните елементи на компресионния харвестер по обосновано предположение, поради факта че последователното електрическо свързване на елементи в случая не е подходящо, тъй като, за да се генерира сигнал за цялата матрица, всички нейни елементи трябва да бъдат подложени на механичен натиск едновременно;
- Предложени са два варианта на планарна конструкция на компресионен пиезоелектричен харвестер и методика за изследването им. От 48 направени

изследвания се доказва че вертикалното усилие с прекъснат (ударен) характер постига по-добра ефективност спрямо непрекъснатото (хоризонтално-ротационно) въздействие, което се корелира с предложения в трета глава модел.

Значим приложен принос е създадената конструкция за по-ефективно събиране на енергията чрез намаляване на разстоянието между активните елементи на компресионни пиезоелектрични харвестери. Това е доказано с направените експериментални изследвания.

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

Запознах се с научните трудове по дисертацията. Те отразяват в пълна степен проведените теоретични и експериментални изследвания. Нямам общи публикации с докторантката и не съм свързано лице с нея по смисъла на параграф 1, т. 5 от Допълнителните разпоредби на ЗРАСРБ. Основните резултати от работата на докторантката са предмет на общо пет публикации. Част от резултатите, получени при разработката на дисертационния труд, са докладвани на научни конференции с международно участие, три от които са индексирани в SCOPUS. На три (от пет) публикации Румяна Стоянова е първи съавтор, и има една самостоятелна публикация, изнесена като доклад на научна конференция. Всичко това подчертава нейната роля в създаването и презентирането на резултатите от дисертацията.

## **6. Мнения, препоръки и забележки:**

Бих препоръчал на докторантката за в бъдеще да публикува получените резултати в списания, които са индексирани в Scopus или в Web of Science.

Получените резултати и полезността на разработката ми позволяват да дам положителна оценка и становище за дисертацията на маг. инж. Румяна Стоянова.

## **7. Заключение**

Представените материали дават възможност за обективна оценка на дисертационния труд на маг. инж. Румяна Стоянова. Разработените методи и математически модели за изследване на харвестери могат да намерят приложение в бъдещи практически инженерни и изследователски проекти. Считаю, че докторантката отговаря на актуалните нормативни изисквания за получаване на ОНС „Доктор“. Това ми дава основание да предложа на маг. инж. Румяна Стоянова, да бъде присъдена образователната и научна степен „Доктор“ в професионално направление: 5.2 "Електротехника, електроника и автоматика", докторска програма „Микроелектроника“.

04 януари 2025 г.

Подпис: ...../п/.....

(доц. д-р инж. Светослав Иванов)