

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Доц. д-р маг. инж. Август Йорданов Иванов

**НОВО ПОКОЛЕНИЕ СЕНЗОРНИ ЕЛЕМЕНТИ С
МНОГОФУНКЦИОНАЛНО ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ**

**Тематично обединени и систематизирани научни трудове,
равностойни на монография,**

*съгласно Чл. 29, ал. 1, т.3 от ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за
придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в БАН,
Приложение №1, Област 5., табл.2, т.4*

София, април 2023 г.

**Тематично обединени и систематизирани научни публикации, равностойни на монографичен труд със
Справка за приносите, съгласно:**

Чл. 29, ал. 1, т.3 от ЗРАСРБ и

Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в БАН, Приложение №1, Област 5., табл.2, т.4

Тематична област: Ново поколение сензорни елементи с многофункционално предназначение

(общо шест приноса)

Всеки един от научно-приложни приноси в Справката е представен, както следва:

- Кратка анотация
- Значимостта му за развитието на сензориката и многомерната магнитометрия
- Практическа важност, трансфер на технологии, знания и др.

Научно-приложните и приложните приноси в обектната област „Ново поколение сензорни елементи с многофункционално предназначение” се съдържат в трудовете на кандидата, изключвайки тези към дисертационния труд и при хабилитацията му за доцент

Приносите обхващат **16** публикации, патенти и авторски свидетелства, **10** от които в списания с импакт фактор, включително реферирани и индексирани в световната система за оценяване.

СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ

Мисия на представените изследвания

Резултатите от целенасочените научно-приложни изследвания на „*Ново поколение сензорни елементи с многофункционално предназначение*” представени по-долу, съдействат за разширяване на съществуващите знания в областта на сензориката и преди всичко магнитометрията и галваномagnetизма чрез нови факти, механизми на функциониране, методи за тяхното характеризиране и приложимост. Така са създадени и изследвани високоточни силициеви 2-D и 3-D магнитометри за целите на роботиката и мехатрониката; фамилия функционални мултисензори, регистриращи едновременно и независимо с една и съща преобразователна зона компонентите на вектора на магнитното поле и получаване на метрологична информация за посоката и интензитета на магнитното поле и на температурата на околната среда. Те са на нови принципи и са без аналог в контролно-измервателната технология. Тяхната практическа реализация е в иновативни роботизирани платформи, сензорни устройства и технологии от ново поколение. Постигнатите резултати са в обхвата на твърде ползотворното международното сътрудничество на секция СИТРМ с европейски институти и лаборатории, преди всичко с Федералната република и Гренобълския технологичен център, Франция. Също така в лабораторния комплекс на Националния център за компетентност „Квантова комуникация, интелигентни системи за сигурност и управление на риска – QUASAR” са осъществени част от експерименталните изследвания.

Новата информация в областта на този клас сензори, техническите решения на многомерни микросистеми и данните за техните параметри са в основата на технологичния им трансфер в индустрията, и в полза на обществото. Всички експериментални резултати са постигнати с ясната иновативна цел да се превърне научният продукт в полезен за практиката инструмент, устройство и метод.

Този списък съдържа общо 16 труда като подреждането им е съгласно последователността на приносите в тематичната област „Ново поколение сензорни елементи с многофункционално предназначение ”

I ПРИНОС

Експериментално е установена неизвестна до сега закономерност в сензориката, заключаваща се във възникване на линеен от магнитното поле потенциал върху едната страна на елементите на Хол, и нелинеен на срещуположната повърхност. Новото явление се дължи на магнитноуправляем повърхностен ток в проводящите материали в съчетание с особеностите на формата на сензорната структура. Експериментите са проведени с оригинална измервателна постановка и серийно произведени образци. Резултатите са в основата на ново поколение високоточни 2-D и 3-D магнитометри с приложимост в роботиката и метрологията. Постигнатите резултати дават възможност за създаване на универсален неразрушителен метод за характеризирание на повърхността на полупроводниковите материали.[Трудове: 2, 3, 4, 11, 12, 13]

II ПРИНОС

Експериментално е изследвана и теоретично е интерпретирана нова закономерност в магнитоелектричните свойства на повърхността на проводящите материали, включително полупроводниковите. Тя се заключава в управление чрез силата и посоката на магнитното поле на разсейването на токоносителите чрез изменение на тяхната концентрация в приповърхностните слоеве. Тези процеси оказват съществено влияние върху чувствителността, линейността и възпроизводимостта на изходните характеристики на сензорите за магнитно поле в широк температурен диапазон. Практическата значимост на новото явление е, че на негова основа са конструирани фамилия микроелектронни структури с многофункционално предназначение, включително едновременното и независимото измерване компонентите на вектора на магнитното поле. Предимствата на тези сензорни решения са максимално опростена конструкция, висока пространствена резолюция, намалено паразитно междуканално влияние, и подобрена преобразувателна ефективност. Тези иновативни решения се използват като многофункционални сензорни модули в роботиката и роботизираната медицина, квантовата комуникация, навигацията, контратероризма, военното дело и др.[Трудове: 5; 7; 8]

III ПРИНОС

Създадена е фамилия многомерни силициеви микросистеми за измерване на магнитното поле без аналог в контролно-измервателната технология. Предимствата на новите инженерни решения, надграждащи

съществуващите до момента сензорни устройства за магнитно поле, са максимално опростена конструкция, висока пространствена резолюция, отстранено влияние на паразитните смущения и съществена чувствителност. Практическата значимост на тези приноси е конструирането на модули и системи с многофункционално предназначение, подобро действие и характеристики за целите на роботиката, включително роботизираната и минимално инвазивната хирургия; квантовата комуникация; електромобилите и хибридните превозни средства; контратероризма и системите за сигурност с изкуствен интелект, в това число подводно, наземно и въздушно наблюдение и превенция; навигацията и др. [Трудове: 6; 9]

IV ПРИНОС

Експериментално е изследван магнитоуправляемият повърхностен ток в сензорите на Хол с равнинна и ортогонална магниточувствителност. Доказано е, че напрежението на Хол се състои от две компоненти, сумиращи се адитивно. Едната е добре известната, генерирана от Лоренцовото отклонение и компенсирана с полето на Хол и която е била обект на изследване и приложение повече от 140 години. Другата е установена за първи път – това е падът на напрежението от протичането на повърхностния магнитоуправляем ток. Сумата от двете напрежения формират експериментално измереното до сега напрежение на Хол. Развит е модел на това явление, който е апробиран за различни силициеви и A^3B^5 полупроводникови сензорни структури. В резултат са обосновани и доказани съществено нови страни на механизма на Хол, полезно увеличаващи знанието за това фундаментално явление. [Трудове: 1; 14]

V ПРИНОС

В областта на сензориката е открито и интерпретирано явлението „Емисия на частици при едноосно налягане на твърдотелни структури” с формула: Експериментално е установена неизвестна по-рано закономерност в нехомогенните системи - скали и бетони, заключаваща се в генерация на микрочастици при въздействие на високи едноосни деформации. Доказано е, че количествата емитирани частици, независимо от размерите им са възпроизводими за конкретна скала и нарастват едновременно с едноосния натиск. Преди макроразрушението на структурата концентрацията на генерираните микрофракции драстично нараства по експоненциален закон. Чрез този ефект се конструират иновативни роботизирани платформи, сензорни устройства и технологии от ново поколение. Така постоянният мониторинг на частиците служи за ранно оповестяване и прогнозиране на

предаварийни и аварийни прояви в критичната инфраструктура.

Получените резултати са съществени за решаване на множество проблеми в: Минната промишленост - рудо-, нефто- и въгледобив; Сеизмично активните райони - за детектиране нагъването на тектонски плочи и разместването на скални масиви и разломи; Строителството - за контрол на устойчивостта на високите сгради и своевременно установяване на предразрушителни състояния; Урбанизацията - за усвояване на подземните пространства, включително метрото; Своевременно предотвратяване на свлачища и срутища преди настъпване на дезинтеграция на земните маси; Наблюдение на състоянието на язовирни стени, мостове, виадукти, крупни енергийни съоръжения – АЕЦ, ВЕЦ, ТЕЦ и др. Експерименталните изследвания са осъществени в лабораториите на Националния център за компетентност „Квантова комуникация, интелигентни системи за сигурност и управление на риска – QUASAR”, [Трудове: 15; 16]

VI ПРИНОС

Нерешеният до сега проблем в системите за контролиране и наблюдение в реално време на животните е акумулаторният модул. Независимо от всевъзможните модификации соларни минипанели, капацитетът на батерията е за не повече от 2-3 дни. По тази причина радио-обхватът на сензорния информационен модул, трансфериращ цифрови данни за идентификация на животното е малък. Предложеното иновативно решение е на принципа на електромагнитната индукция. Генераторът за зареждане е кухо цилиндрично тяло с малки размери от немагнитен материал, по дължината на което стационарно е инсталирана многослойна индукционна бобина. Във вътрешната зона на бобината се намира малък цилиндричен магнит, който се премества свободно по дължината на цилиндричното тяло в противоположните посоки. Двата извода на индукционната бобина са съединени с акумулаторната батерия. Приложимостта на новата система е в контрола на движението на животните заедно и поотделно - едър рогат добитък (крави и биволи), коне, магарета, и др., събиране на експресна информация за тях като регистрационен номер, биометрични показатели и др., включително намирането им при загубване на терена или в горските масиви. [Труд: 10]

Този списък съдържа общо 16 труда на кандидата, като подреждането е съгласно хронологията на публикуването им

2011

1. S Lozanova, **A Ivanov**, C Roumenin, A novel three-axis Hall magnetic sensor, *Procedia Engineering, Elsevier*, Vol. 25, 2011, Pages 539-542, ISSN: 1877-7058, **IF=0.45**;
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.12.134>

2017

2. Siya Lozanova, Svetoslav Noykov, L. Altunyan, **A. Ivanov**, Chavdar Roumenin, A Novell Hall Magnetometer Using Dynamic Offset Cancellation, *MDPI, Proceedings at the Eurosensors 2017 Conference*, Paris, France, 3–6 September 2017, 1(4), 329; **SJR:0.282**
<https://doi.org/10.3390/proceedings1040329>
3. S. Lozanova, S. Noykov, **A. Ivanov**, C. Roumenin, Angle Measurement and 3D Magnetic Field Sensing Using Circular Hall Microsensor, *MDPI, Proceedings at the Eurosensors 2017 Conference*, Paris, France, 3–6 September 2017, 1(4), 330; **SJR:0.282**
<https://doi.org/10.3390/proceedings1040330>
4. Siya Lozanova, Levon Altunyan, Svetoslav Noykov, **Avgust Ivanov**, Chavdar Roumenin. A nonlinearity induced by the Lorentz force in Hall devices, *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, Vol. 70, Issue 7, 2017, Pages 933-938, ISSN 1011-1018, **IF=0.152**;
http://www.proceedings.bas.bg/cgi-bin/mitko/ODOC_abs.pl?2017_7_14

2018

5. Lozanova S., Kolev I., **Ivanov A.**, Roumenin Ch.. 2D in-plane sensitive Hall-effect sensor. *MDPI, Proceedings at the Eurosensors 2018 Conference, Graz, Austria, 9–12 September 2018*, 2(13), 711, ISSN:ISSN 2504-3900, **SJR:0.282**
DOI:10.3390/proceedings2130711
<https://doi.org/10.3390/proceedings2130711>
6. Lozanova S., Kolev I., **Ivanov A.**, Roumenin Ch., In-plane sensitive magnetoresistors as a Hall device. *MDPI, Proceedings at the Eurosensors 2018 Conference, Graz, Austria, 9–12 September 2018*, 2(13), 710, ISSN:ISSN 2504-3900, **SJR:0.282**
DOI:10.3390/proceedings2130710
<https://doi.org/10.3390/proceedings2130710>
7. Lozanova S., Kolev I., **Ivanov A.**, Roumenin Ch.. Low-offset in-plane sensitive Hall arrangement. *MDPI, Proceedings at the Eurosensors 2018 Conference, Graz, Austria, 9–12 September 2018*, 2(13), 713; ISSN:ISSN 2504-3900, **SJR:0.282**
DOI:10.3390/proceedings2130713
<https://doi.org/10.3390/proceedings2130713>
8. Lozanova S., Kolev I., **Ivanov A.**, Roumenin C., Experimental evidence of performance anomalies in Hall devices originated from design. *Compt. rendus ABS*, 71, 6, 2018, 830-838. **ISI IF:0.27 Q4** (Web of Science);

2019

9. Siya Lozanova, **Avzugst Ivanov**, Chavdar Roumenin, From magnetoresistor element to in-plane sensitive Hall device, *Sensors and Actuators A: Physical, Elsevier*, Volume 299, 1 November 2019, ISSN 0924-4247, **SJR** (Scopus): **0.664**, **JCR-IF** (Web of Science): **2.739**, **Q1**, (Scopus),
<https://doi.org/10.1016/j.sna.2019.111596>

2020

10. Г.Н. Илиев, С.В. Лозанова, **А.Й. Иванов**, Ч.С. Руменин, Електронна система за маркиране на селскостопански животни, Патен. Заявка № 113274 А1/26.11.2020 г.

2021

11. Ч.С. Руменин, С.В. Лозанова, **А.Й. Иванов**, Метод за определяне приповърхностната подвижност на токоносителите в полупроводници; Рег. № BG 67382 В1 / 01.12.2021.

2022

12. Ч. С. Руменин, С. В. Лозанова, **А. Й. Иванов**, Метод за определяне на повърхностната проводимост в полупроводници, Заявка № 113036/29.11.2019; Рег. № BG 67429 В1/31/03/2022.
13. С. В. Лозанова, Ч. С. Руменин, **А. Й. Иванов**, Метод за определяне на повърхностния потенциал в полупроводници, Заявка № 113038/ 29.11.2019; Рег. № BG 67430 В1/31.03.2022.
14. S. V. Lozanova, M. L. Ralchev, **A. J. Ivanov**, C. S. Roumenin. Three-contact In-plane Sensitive Hall Devices. XXXI International Scientific Conference Electronics (ET), IEEE, 2022, Electronic ISBN:978-1-6654-9878-4; Print on Demand(PoD) ISBN:978-1-6654-9879-1, **SJR** (Scopus): **0.11**
DOI: 10.1109/ET55967.2022.9920272
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9920272>

2023

15. Принос на Институт по роботика към БАН, включен в Отчета на Българска Академия на Науките за 2022 г., представен пред Народното събрание на Република България.
http://ir.bas.bg/about_us/rep_2022.pdf
16. Siya Lozanova, **Avzugst Ivanov**, Martin Ralchev, Chavdar Roumenin, A Novel Sensor Effect Applicable in Seismically Active Regions, *MDPI, Proceedings, Eurosensors XXXIV*, Lecce, Italy, 10-13 September 2023. (под печат)

17.04.2023 г.

Подпис:

гр. София

/ Август Иванов/