

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

**СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ И НАУЧНО - ПРИЛОЖНИТЕ
РЕЗУЛТАТИ И ПРИНОСИ ИЗВЪН МОНОГРАФИЧНИЯ ТРУД
В ОБЛАСТТА НА НЕХОМОГЕННИТЕ СЕНЗОРНИ СТРУКТУРИ
(съгласно показатели „E25“ и „E26“ -патенти за изобретения и заявки)
на**

д-р МАРТИН ЛЪЧЕЗАРОВ РАЛЧЕВ

за участието му в конкурс за „Доцент”
в област на висше образование 5. Технически науки, професионално
направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика
(Адитивни и нехомогенни структури в сензориката) за нуждите на
секция „Сензори и измервателни технологии в роботиката и
мехатрониката”

Както и при **показатели В и Г**, резултатите и приносите в **показател
Е**, свързани с изобретенията, са постигнати чрез посочените вече
европейски проекти:

1. *Национален център за компетентост “Квантова комуникация, интелигентни системи за сигурност и управление на риска” (КВАЗАР), № BG05M2OP001-1.002-0006. Общото финансово въздействие на проекта е 13.5 млн. лв.*
2. *Национален център за компетентост “Персонализирана медицина, 3D и телемедицина, роботизирана и минималноинвазивна хирургия” (Да Винчи), № BG05M2OP001-1.002-0010. Общото финансово въздействие на проекта е 23.5 млн. лв.*
3. *“Български национален план за квантово комуникационна инфраструктура - DIGITAL-2021-QCI-01” в рамките на Европейската инициатива EuroQCI, № 101091399. Общото финансово въздействие на проекта е 20 млн.*

Техническите решения, съдържащи се в показатели „E25” и „E26” надграждат и развиват различни аспекти на адитивните и нехомогенните системи в сензориката.

„Е 26” – Признати изобретения с патенти

I ПРИНОС

E26-1. *С.В. Лозанова, М.Л. Ралчев, А.Й. Иванов, Ч.С. Руменин, Робот за UV-дезинфекция, Патентен регистров № BG 67489 B1/15.02.2023 г.*

Изобретението се отнася до робот за почистване на подови повърхности чрез ултравиолетова (UV) радиация, приложимо за автоматизирано биологично обеззаразяване на жилища, офиси, училища, университети, изследователски центрове и научни лаборатории, хирургични зали, инфекциозни болници, в това число онкологични клиники и многопрофилни лечебни заведения, приемни за пациенти, изолатори, специализирани за лечението на заразени с многорезистентни бактерии, супербактерии, гъбички, спори и вируси, включително с Covid-19 и Ебола инфекции, обществени и производствени сгради, хотелски стаи и комплекси, летища, салоните на пътнически самолети, молове, домове за възрастни хора и приюти; социални служби, и всички други помещения и зони, изискващи високоефективно почистване и дезинфекция в съчетание с екологичен ефект. Предимство на изобретението е високоефективното обеззаразяване на подовите части на помещенията, тъй като конструкцията на излъчвателя е с максимална интензивност на UV излъчването, насочено директно върху подовата повърхност от близко разстояние. Също така се отстранява озона и „горещите” частици във въздуха, тъй като биологичната дезинфекция се осъществява от диоден панел с UV лъчи, захранен с ниско напрежение както е и електричният двигател на интегрираната в робота прахосмукачка и др.

II ПРИНОС

E26-2. *С.В. Лозанова, М.Л. Ралчев, Двусен магниточувствителен сензор съдържащ елементи на Хол, Патентен регистров № BG 67551 B1/11.08.2023 г.*

Изобретението се отнася до 2-D векторен магнитометър, приложимо в областта на роботиката и мехатрониката, контролно-измервателната технология, медицината в това число роботизираната и минимално

инвазивната хирургия, безконтактната автоматика, слабополевата и високоточната магнитометрия, навигацията, двумерното позициониране на обекти в равнината, електромобилостроенето, военното дело и сигурността - наземни въздушни и подводни системи за наблюдение и превенция; контртероризма и др. Иновативната задача се решава с 2-D векторна конфигурация, измерващ едновременно и независимо двете равнинни, в общия случай нехомогенни компоненти на магнитното поле. Предимство на изобретението е високата измервателна точност на двата сензорни изхода в резултат отсъствие на междуканално влияние предвид добре локализираните токови компоненти чрез вграден n -ринг с форма на малтийски кръст, драстично минимизиращ разтичането по повърхността на паразитен ток. Чрез конструкцията и работният режим и постигната високата чувствителност на двата сензорни канала.

III ПРИНОС

E26-3. *С.В. Лозанова, М.Л. Ралчев, А.Й. Иванов, Ч.С. Руменин, Робот за почистване на подови повърхности, Патентен регистров № BG 67560 B1/13.09.2023 г.*

Техническото решение представлява робот, предназначен за автоматизирано почистване на подови повърхности чрез UV лъчение. Той е приложим за автоматизирано биологично обеззаразяване на жилища, офиси, училища, изследователски центрове и научни лаборатории, хирургични зали, инфекциозни болници, онкологични клиники и многопрофилни лечебни заведения, приемни за пациенти, изолатори, специализирани за лечението на заразени с многорезистентни бактерии, включително с Covid-19 и Ебола инфекции и др. Предимство на изобретението е високоефективното обеззаразяване на подовите части на помещенията, тъй като конструкцията на устройството е модулна и позволява превръщането на роботизираните прахосмукачки в системи за дезинфекция с UV лъчи. UV-модулът е с многофункционални възможности и не изисква специализирана електроника.

IV ПРИНОС

E26-4. *С.В. Лозанова, М.Л. Ралчев, Ч.С. Руменин, Равнинно-магниточувствителен сензор на Хол, Патентен регистров № BG 67643 B1/31.07.2024 г.*

Равнинно-магниточувствителният сензор на Хол или известен още като вертикален елемент от тип на Хол се активизира с външно магнитно поле, успоредно на равнината на полупроводниковата структура, най-често силициева. Всички контакти на този микросензор са разположени върху една от основните страни на подложката. Конструкцията на новата платформа и режимът на функциониране осъществяват висока магниточувствителност, повишена метрологична резолюция при детектиране на минималната магнитна индукция B_{\min} , поради увеличеното отношение сигнал/шум чрез високата чувствителност и силно редуцираните шумови флуктуации, нарстване на измервателната точност в резултат на високата преобразователна ефективност и редуцираните паразитни шумови флуктуации, редуциране на паразитния офсет в отсъствие на магнитно поле и др. Изобретението е приложимо в областта на роботиката и сензориката, медицината в това число роботизираната и минимално инвазивната хирургия, квантовата комуникация, системите за сигурност с изкуствен интелект, навигацията, слабополевата и високоточната магнитометрия, електромобилите и хибридните превозни средства, и др.

E 25 – Заявени изобретения за патентоване

V ПРИНОС

E25-1. *С.В. Лозанова, М.Л. Ралчев, Ч.С. Руменин, Малко устройство за ядрена енергия, Патентен регистров № 113474 A1/25.01.2022 г.*

Изобретението се отнася до малко модулно устройство за ядрена енергия, приложимо в областта на електропроизводството, създаване на трансуранови елементи ${}_{93}\text{Np}^{239}$, ${}_{94}\text{Pu}^{239}$, ${}_{92}\text{U}^{239}$ и др., медицината, включително получаване на източници на радиоактивност за лъчетерапия при онкозаболявания, биологията и генетиката, противопожарните сензорни системи, подводници последно поколение, експерименталната ядрена и атомна физика, сигурността и отбраната и др. В тази иновация за

първи път в световната практика се използва хидростатично налягане за генериране на верижна реакция. Конструкцията е опростена като се използва дебелостенна камера с радиален отвор, в който се поставя радиоактивния материал в течно състояние, разтворим в тежка вода. Чрез налягане се доближават атомите на урана, плутония или полония, което индуцира верижната ядрена реакция с освобождаване на термична енергия. Тя превръща водата в пара, която задвижва генератори за ел. ток. Предимство на изобретението е опростената му конструкция, отсъствие на високотехнологична среда, забавяща отделящите се спонтанно в урана/плутония неутрони, която функция се изпълнява от контролираното въздействие на деформация чрез буталото и преса върху солите на радиоактивния материал в тежката вода. Предимство е също високата надежност на малкото ядрено устройство, тъй като не възниква неконтролируемо ускоряване или забавяне на верижната реакция. Тъй като процесът на делене на урана се иницира с висока едноосна деформация, която при необходимост винаги може да се елиминира с екстрено разтоварване на пресата. Така ядрената реакция се преустановява. Предимства на ядреното устройство са: многократното използване на камерата за хидростатично налягане, позволяваща множество цикли на зареждане с уранов ${}_{92}\text{U}^{235}$ или плутониев ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ материал; в случай на авария или прекъсване на електрозахранването на устройството, срещани случаи в ядрената енергетика, верижната реакция се прекратява от само себе си, тъй като създаденото високо налягане се разтоварва максимално бързо, деленето на радиоактивния материал се преустановява и реакторът затихва.

VI ПРИНОС

E25-2. *С.В. Лозанова, М.Л. Ралчев, Ч.С. Руменин, Равнинно-чувствителен сензор на Хол, Патентен рег. № 113589 А1/23.09.2022 г.*

Техническото решение съдържа полупроводникова подложка, върху едната страна на която са формирани омичните контакти – захранващи и изходни. Конструкцията на тази конфигурация на Хол съществено редуцира паразитните повърхностни токове и използва за генериране на преобразувателната ефективност практически целия захранващ ток. Така се повишава както магниточувствителността, така се редуцират множество сензорни дефекти. Предимство на изобретението е съществено повишаването на чувствителността поради действието на магнитното поле чрез

силата на Лоренц върху целия захранващ ток. Това води до два пъти по-голямо диференциално напрежение на Хол. Също така е опростена технологичната реализация на микросензора поради отпадане на необходимостта от формиране на товарни резистори в новата конфигурацията на Хол. От значение също е високата измервателна точност от компенсирания паразитен офсет на микросензора в резултат на минимизирането на повърхностните паразитни потенциали. Освен това е подобрена метрологичната резолюция на микросензора за измерване на минималната магнитна индукция B_{\min} в резултат на повишените магниточувствителност и отношение сигнал/шум от редуцираните офсет и температурен дрейф. Микросензорът на Хол осигурява по-детайлно и точно картографиране на равнинната и пространствената топология на магнитното поле.

VII ПРИНОС

E25-3. *С.В. Лозанова, М.Л. Ралчев, А.Й. Иванов, Ч.С. Руменин, Интегрален сензор на Хол с равнинна чувствителност, Патентен регистров № 113625 А1/06.12.2022 г.*

Чрез оригинална конструкция на микросензора, схемотехника и режим на работа са отстранени някои от характерните сензорни недостатъци като ниска чувствителност, паразитен офсет, редуцирано отношение сигнал/шум и др. Реализираният прототип на новия микросензор притежава висока преобразователна ефективност в резултат на използване на всички генерирани напрежения на Хол от компонентите на захранващите токове, повишена точност при определяне на минималната магнитна индукция (резолюция) поради едновременно високите нива на чувствителността (изходния сигнал) и отношението сигнал/шум, включително редуцирания собствен шум върху изходните контакти. Предимство е още минимизираният паразитен офсет на изхода в отсъствие на външно магнитно поле чрез непосредствената връзка на част от омичните контакти, окъсяващи наличните офсет-потенциали в подложката и др.

Иновативният интегрален микросензор на Хол е приложим в областта на роботиката, роботизираните и мехатронните системи с изкуствен интелкт, сензориката, квантовата комуникация и управлението на риска, 3D роботизираната медицина и минимално инвазивната хирургия, безпилотните летателни апарати, автоматиката, слабополевата

магнитометрия и контролно-измервателната технология, електромобилите и хибридните превозни средства, и др.

VIII ПРИНОС

E25-4. *С.В. Лозанова, А.Й. Иванов, М.Л. Ралчев, Ч.С. Руменин, Елемент на Хол, Патентен регистров № 113641 А1/10.01.2023 г.*

Елементът на Хол е конструиран да функционира в широк температурен диапазон - от стайни до криогенни, например, температурата на кипене на течния азот. Чрез оригиналното разположение на омичните контакти върху основната повърхност на полупроводниковата подложка, което е осъществено с методите на интегралната микроелектронна технология, и успоредно на равнината на структурата външно магнитно поле са постигнати следните важни в сензориката на Хол качества. Повишена е чувствителността поради действието на магнитното поле чрез силата на Лоренц върху целия захранващ ток в силициевия чип. Това води до генериране на два пъти по-голямо диференциално напрежение на Хол, а чрез формиране на допълнителни високопроводящи буферни слоеве токовите траектории са удължени. Това повишава ефективността на магнитното въздействие. Опростена е технологичната реализация на микросензора поради отпадане необходимостта от формиране на товарни резистори в конфигурацията на Хол. Новото решение е с повишена измервателна точност от компенсирания офсет на микросензора на Хол от минимизирането на паразитните потенциали в структурата. Освен това остатъчният дрейф на офсета също е редуциран като е сведен под стандартната грешка на този клас магниточувствителни сензори. Предимство е и подобрената метрологична резолюция за измерване на минималната магнитна индукция B_{\min} в резултат на едновременно повишените чувствителност и отношение сигнал/шум от редуцираните офсет и температурен дрейф. Така се осигурява по-детайлна метрология при картографирането на пространствената топология на магнитното поле в приложенията.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ И НАУЧНО - ПРИЛОЖНИТЕ РЕЗУЛТАТИ И ПРИНОСИ ИЗВЪН МОНОГРАФИЧНИЯ ТРУД В ОБЛАСТТА НА НЕХОМОГЕННИТЕ СЕНЗОРНИ СТРУКТУРИ (показатели „Г7“ и „Г8“)

на

д-р МАРТИН ЛЪЧЕЗАРОВ РАЛЧЕВ

за участието му в конкурс за „Доцент“

в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика (Аддитивни и нехомогенни структури в сензориката) за нуждите на секция „Сензори и измервателни технологии в роботиката и мехатрониката“, обявен в "Държавен вестник", бр. 64/30.07.2024, стр. 74.

Както и при показател В4, резултатите и приносите в областта на нехомогенните сензорни структури са постигнати чрез посочените вече европейски проекти:

1. *Национален център за компетентост “Квантова комуникация, интелигентни системи за сигурност и управление на риска” (КВАЗАР), № BG05M2OP001-1.002-0006. Общото финансово въздействие на проекта е 13.5 млн. лв.*
2. *Национален център за компетентост “Персонализирана медицина, 3D и телемедицина, роботизирана и минималноинвазивна хирургия” (Да Винчи), № BG05M2OP001-1.002-0010. Общото финансово въздействие на проекта е 23.5 млн. лв.*
3. *“Български национален план за квантово комуникационна инфраструктура - DIGITAL-2021-QCI-01” в рамките на Европейската инициатива EuroQCI, № 101091399. Общото финансово въздействие на проекта е 20 млн.*

Научните и приложните резултати по показателите „Г7“ и „Г8“ могат да бъдат обобщени в пет основни категории. Те обхващат и надграждат различни аспекти на електроинженерството, роботиката и измервателните технологии, като всяка категория включва конкретни за целта публикации.

I ПРИНОС

Развитие на методи за измерване и анализ на електрически разряди

Разработени и верифицирани са нови методи за мониторинг и анализ на електрически разряди чрез използване на акустични спектри в нехомогенните системи. Типичен пример е преходното загряване на литиево-йонни батерии при разряд. Анализирани са акустичният спектър на електрически дъги и използването на CNN за оценка на мощността на електрическия разряд. Проведено е изследване на акустичния спектър на постоянен ток като е развита възможността за интеграция на IoT технологии за мониторинг на електрически разряди. Тези ключови резултати са с широк електротехнически импакт.

Публикации: Г7-1, Г7-3, Г7-4, Г7-5, Г7-10

II ПРИНОС

Усъвършенстване на сензорни системи и устройства

За целите на метрологията на магнитното поле са разработени и изследвани нови нехомогенни сензорни системи и технологии, които разширяват възможностите за измерване на магнитни и електрични характеристики в сложни условия. Примери с практическа насоченост са резултатите за биполярните транзистори, добиващи информация за нехомогенни и силно дивергентни магнитни полета както и микросензорите на Хол за определяне на равнинните X и Y компоненти на магнитния вектор. На тяхна основа са конструирани оригинални модулаторни системи, съдържащи постоянни магнити с многофункционално предназначение. Използваните елементи на Хол са подходящи за слабополевата, високоточната и мултидименсионалната магнитометрия като чувствителността им рязко нараства при криогенни температури, особено температурата на кипене на течен азот $T = 77 \text{ K}$.

Публикации: Г7-2, Г8-2, Г8-4, Г8-5, Г8-3

III ПРИНОС

Интеграция на IoT технологии в измервателните системи

Внедрени в електротехниката са IoT технологии за дистанционен мониторинг и контрол на различни електрични параметри. Характерен пример е изследването на електричните разряди в реално време, което съществено повишава ефективността и надеждността на метрологията при такива сложни и нехомогенни системи.

Публикация: Г7-4, Г8-1

IV ПРИНОС

Анализ и контрол на процеси в 3D принтирането

Разработени и апробирани са методи за контрол и оптимизация на процесите в 3D принтирането. Изследани и анализирани са механизмите на подаване на нишки и втвърдяване на материалите, което е от значение за качеството на 3D принтирането. Разработени и изследвани са камери за мониторинг на газова дифузия.

Публикации: Г7-6, Г7-7, Г7-8, Г7-13, Г7-12

V ПРИНОС

Нови сензорни методи и устройства за регистриране на сеизмична активност

Този клас сензорни системи и устройства се основават на експериментално установената неизвестна по-рано закономерност в нехомогенните системи - скали и бетони, заключаваща се в генерация на микро- и наночастици при въздействие на високи едноосни деформации. Тази закономерност, обект на моето дисертационно PhD изследване, вече е обект на надграждане, тематично развитие и разширяване. Чрез допълнителни изследвания е доказано, че количествата емитирани частици и техното разпределение са възпроизводими за конкретен тип скали и бетони. Мониторингът на количеството генерирани частици е интегрален параметър за ранно оповестяване и прогнозиране на предаварийни и аварийни процеси в инфраструктурата. Чрез новото явление се раздвигат нови методи и иновативни роботизирани платформи за целите на антисеизмичното инженерство. Методичните и инженерните решения са патентовани като изобретения. Предложените иновации позволяват ранно детектиране нагъването на тектонски плочи и динамиката на разломите, разместването на скални масиви и др. Тези изследвания са насочени за прогнозиране на земетръсни процеси. Действието на генерацията на частици в нехомогенните системи лесно се автоматизира за роботизираните системи с елементи на изкуствен интелект и опазването на обекти от критичната инфраструктура.

Публикации: Г7-9, Г7-11, Г8-2, Г8-3, Г8-4, Г8-6, Г8-7

Научно-приложните резултати и приноси (I – V) в своята синергия са напредък в областта на измервателните технологии, предоставяйки теоретични и практически решения с приложимост в нехомогенните сензорни системи.

В списъка по показател Г7 са включени още три публикации Г7-14, Г7-15 и Г7-16, които са под печат. Те са свързани с ПРИНОС II.