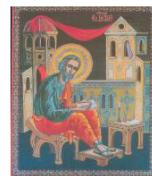




БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

България, София 1113, ПК 79, ул. "Акад. Г.Бончев", Бл.2,
Тел. (+359 2) 8703361, 4053055, Факс: (+359 2) 4053061

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



ОТЧЕТ

**ЗА НАУЧНО
ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА,
УЧЕБНАТА И ФИНАНСОВАТА
ДЕЙНОСТ НА ИР ЗА**

2023 ГОДИНА

ДИРЕКТОР:

.....
Проф. Август ИВАНОВ

*София
януари 2024 година*

I. ПРОБЛЕМАТИКА НА ЗВЕНТО

1.1. Преглед на изпълнението на целите (стратегически и оперативни) на ИР-БАН, оценка и анализ на постигнатите резултати и на перспективите на ИР-БАН в съответствие с неговата мисия и приоритети, съобразени с утвърдените научни тематики.

Мисия, приоритети и видимост на Институтът по роботика „Св. Ап. и Ев. Матей” при БАН в научната общност

Научно-технологичните приоритети на ИР-БАН са директно насочени към „дневния ред на обществото“ – потребностите на националната индустрия. От дълги години нашата категорична позиция е, че няма фундаментален резултат или закономерност, които да не може да бъдат доведени до инженерно решение, защитено с патент за изобретение. За ИР-БАН изобретенията са трансмисията наука – индустрия. Прототипите на устройства, методи, апарати, системи и т.н., реализирани от екипи на института се основават на научни пробиви, довели до конкретна иновация. Тази наша стратегия е в пълно съответствие с направленията в Програмата на Европейския съюз – „Хоризонт 2020”, приоритетите на Оперативните програми “Наука и образование за интелигентен растеж”, “Наука и конкурентноспособност” и на “Стратегията за развитие на БАН 2018 – 2030 г.”. Именно тези програми дадоха възможността ИР-БАН да кандидатства по тях и да укрепят своята научно-технологична инфраструктура чрез конкурсни проекти. Институтът изпълнява задачите в научноизследователския си план, който следва Стратегията на БАН до 2030 г. В този аспект усилията на учените от института са фокусирани върху значими теми със съществено икономическо въздействие и научно-изследователски резултати, обслужващи обществото и научните изследвания в областта на роботиката, изкуствения интелект и сензориката.

Институтът следи приоритетните изследвания в областта на роботиката, сензориката и мехатрониката, които постоянно се развиват и насочва изследванията си в съответствие със съвременните тенденции и постижения в тази област. Понастоящем, съгласно ЕК и стратегическите перспективи на САЩ, Русия и Япония роботиката е най-динамично развиващата се област на науката и технологиите, като до 2040 г. 47% от индустрията в света ще бъде роботизирана.

Приоритетните дейности на ИР-БАН през 2023 г. обхващат: Промислена роботика с възможности за роботизация на различни производствени процеси; Сензори, микро- и нано-сензорни елементи и компоненти, в това число интелигентни мултисензорни системи и устройства за безконтактната автоматика и управлението на процесите; Роботи, мехатронни системи и квантова комуникация за целите на сигурността, контратероризма и отбраната; Управление на роботизирани и мехатронни платформи чрез прихващане и обработка на мозъчните сигнали на човека; Сервизна роботика за организиране на средата, в която

живеят възрастни и деца със специфични потребности; Медицинска, интерактивна и социална роботика, включително роботизирана и минимално инвазивна хирургия, етични стандарти, правила и отговорности в роботиката; Роботизирани и мехатронни био и технологични процеси и системи; 3D проектиране и принтиране за работи и манипулатори, и развитие на образователните умения на деца и ученици чрез работи; Мехатронни и роботизирани енергийни системи и устройства; Специализирани и уникални измервателни методи и уреди, метрологично осигуряване в сензориката, роботиката и мехатрониката и др.

През 2023 г. учените от секция **“Сензори и измервателни технологии в роботиката и мехатрониката”** (СИТРМ) са реализирали на технологични нива TRL 4 и 5 интелигентни сензорни модули и изпълнителни устройства с многофункционално предназначение и приложимост в роботиката, мехатрониката, системите с елементи на изкуствен интелект, медицината и др. Ключовият научно-приложен резултат е иновативното решение **„Гинекологично устройство”**, реализирано от екип на СИТРМ съвместно с МУ-Плевен и Националния ЦК „Да Винчи”. В роботизираната гинекологична хирургия е създадена уникална технология за операциите по отстраняване на тумори в детеродните органи. До сега локализирането и премахването на съответната патология или лезия в стената на матката се осъществява с използване на въглероден двуокис, с който тя се запълва при ниско налягане. В следоперативния период, обаче възникват силни болки от формирането на киселинна среда в този изключително богат с нервни окончания орган от взаимодействието на CO₂ с водното съдържание там. Използваните успокоителни лекарства често са несъвместими с общата анамнеза на пациентките. За първи път в хирургията се предлага замяна на въглеродния двуокис с газообразен хелий He. Този инертен газ при никакви условия не взаимодейства с други реагенти. Предложеният метод и устройство отстраняват условията на дискомфорт в следоперативния период. След получаване на необходимото сертифициране и разрешение от МЗ, се очаква прототипиране на иновацията в тъканна среда съвместно с робота **“Da Vinci ”** на технологично ниво TRL 9. Решението е патентовано: С. Лозанова, Г. Горчев, С. Томов, А. Иванов, Ч. Руменин - **„Гинекологично устройство”**, Патент BG № 67587 В1/07.11.2023 г. Успешно е участието на секция СИТРМ в структуропределящия европейски проект **„Стратегическа европейска инициатива Euro QCF”**. Предстои свързване на ДАНС, МВР, МО, МИ от една страна, и европейските ни партньори – НАТО и ЕС от друга с квантово-комуникационен канал за обмен на криптирана информация. Резултатно приключи участието на ИР-БАН и другите ни бенефициенти в Националния ЦК „Quasar” – 1. Тук крупното постижение на СИТРМ е откритието **„Генерация на частици в нехомогенни системи при едноосни деформации”**. Научните резултати са основание за положително класиране в следващия програмен период **„Quasar” – 2**. За 2023 г. с-я

СИТРМ има публикация в списание с **Q1** и **IF = 5.5**, 2 статии с **Q3**, **11 признати патента** за изобретения и **17 новоподадени заявки** за изобретения с патентоприносител ИР-БАН. Това е 40 % от целия иновативен капацитет на БАН. СИТРМ има съществено участие във форума „Наука за Бизнес – 3” и Конференцията „Роботизирана хирургия и 3D телемедицина”, на която присъстваха повече от 25 чуждестранни студенти по медицина и над 30 български студенти и специализанти в областта на роботизираната хирургия.

През 2023 г. в **секция "Интерактивна Роботика и Системи за Управление" (ИРСУ)** продължиха изследванията в областта на интегриране на Разговорен Изкуствен Интелект (ИИ) в Социално Асистирани Роботи (САР), както и интегрирането на роботизираните системи с интелигентни сензори за Мозъчно-Машинен Интерфейс (ММИ). Проектирана, разработена и апробирана е универсална модулна системна архитектура за интегриране на различни облачни услуги за обработка на естествен език в различни типове САР. Разработени са нови методи за анализ на мозъчната дейност чрез ММИ в контекста на проектирането на социално-компетентни системи за психо-социална рехабилитация на когнитивно и неврокогнитивно ниво. Резултатите от изследванията са публикувани в две статии в списание с ИФ, четири публикации в списания и три публикации от конференции в WEBSCI или Scopus. Резултатите са отразени в дейностите на Център за компетентност "Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии" (т. 1.5.2) и в проекти с ФНИ: Договор № КП-06-Н67/1 (2023-2025) и Договор №КП-06-Н42/4 (2020-2023).

През 2023 г. в **секция "Роботизирани и мехатронни интелигентни системи" - РиМИС"** са проведени изследвания и са разработените иновативна 3D отпечатана хуманоидна ръка, иновативен ходещ робот и устройство за рехабилитация на пръсти и китка на горен крайник. Хуманоидна ръка има пет степени на свобода. Пръстите са проектирани на модулна основа, така че е възможно да се произвеждат лесно сглобени с помощта на 3D принтер с технология за моделиране на разтопено отлагане (FDM). Въпреки че всеки пръст се задвижва само от един двигател, той има известна пасивна адаптация към хващани предмети благодарение на гъвкавите еластични компоненти, вградени в конструкцията му. Всички задвижващи, трансмисионни и хардуерни елементи са разположени в дланта на ръката, което означава, че ръката е подходяща за различни приложения в роботиката и протезирането. Създава се работещ прототип и се провеждат функционални експерименти. Функционалните възможности на прототипа са сравнени с други известни хуманоидни ръце. Описана е софтуерната и хардуерната реализация на модулите. Разработена е система за управление, която позволява регулиране и контрол на позициите на пръстите с различни размери и ставни ограничения. Създава се 3D отпечатан прототип. Хардуерът и софтуерът са тествани. Изследват се основните

функционални възможности на ръката. Публикувани са 2 статии реферирани в Scopus.

Конструкцията на ходещия робот е базирана на принципите на минималистичния дизайн - използват се само два мотора, с които роботът може да ходи и дори да преодолява препятствия. Оборудван е с различни видове сензори, като някои от тях предоставят информация, необходима за реализирането на оптимизиран цикъл на ходене. Изследваме два закона на движение, където се сравняват резултатите с движение с постоянна ъглова скорост. И двата предложени закона се опитват да намерят баланс между минимизиране на ударните натоварвания и максимизиране на скоростта на ходене за дадена двигателна мощност. Експерименталните резултати се извличат с помощта на 3D отпечатан работещ прототип на робота, като правилното реализиране на законите на движение се осигурява от използването на PD контролер, получаващ данни от моторни енкодери и тактилни сензори. Експерименталните резултати потвърждават предложените закони на движение и резултатите могат да бъдат приложени към други ходещи роботи с подобна конструкция. Публикувана е една статия с импакт фактор 3.2 (Q1).

Създадена е концепция за интегриране на физическа роботизирана рехабилитация, рехабилитация във виртуална среда и емоционална рехабилитация с използване на роботи.

Разработено е иновативно безжично устройство за ЕКГ наблюдение на пациенти по време на минимално инвазивна хирургия. Целта е да се създаде нов тип лапароскопски инструменти за подобряване на работата в минимално инвазивната хирургия. Работата представя безжично устройство за ЕКГ (DECG) като част от роботизиран модул на лапароскопски инструмент (RMLI).

Разработен е оптимизиран прототип на колаборативен робот и е изследвано поведението му с цел приложение в медицината, образованието и социална дейност с оглед поставените специфични задачи. Целта е създаването и използването на колаборативни функции на сервизен робот като се използват заложените когнитивни функции на основата на доставяната богата сензорна информация от околната среда. Създаден е алгоритъм за синтез на оптимизиран прототип и реализация на колаборативен робот, разработен за нуждите на медицината, образованието и социална дейност. Изследват се функционалните възможности на колаборативният робот с използването на рестриктивни елементи на поведение.

През 2023 г. учените от секция „Медицинска роботика“ (MR), филиал В. Търново на ИР-БАН са предложили нов подход за изследване, анализ и оценка на информационните характеристики на вътрешната организация на кардиологични сигнали чрез използване методи на нелинейната динамика, обединени в следните три категории: фрактални/мултифрактални, графични и информационни методи. Нелинейният анализ на този вид биологични сигнали се извършва, за да се открият най-информативните характеристики в тях, които са полезни

при определянето на различни диагностични показатели, както и за идентифициране на възможни патологии. С прилагането на тези методи се установява, че флукуациите на сърдечните удари съдържат „скрита“ информация във формата на самоподобие, мащабируемост, фракталност, мултифракталност и дългосрочна памет. Резултатите, получени с фракталните/мултифракталните методи при анализа на кардиологични сигнали дават не само подробна информация за физиологичния статус на пациентите, но и предоставят възможност за генериране на нови знания относно диагностицирането, прогнозирането и превенцията на патологията при сърдечно-съдовите заболявания. Прилагането на нелинейни графични методи дават допълнителна възможност на лекарите да изследват целия кардиологичен запис с един поглед и бързо да откриват сърдечно-съдови нарушения, ако има такива. С помощта на информационните нелинейни методи се получават сведения за това колко далеч е изследвания сигнал от подредено, структурирано състояние и колко е близо до напълно хаотична, безструктурна и хомогенна форма. Резултатите при този вид анализ показват, че кардиологичните сигнали на здравите субекти имат по-голяма сложност, докато при болестни състояния сърдечната честота е по-подредена. Ефективността на използваните три вида нелинейни методи, оценена посредством статистически анализ, показва, че изследваните методи притежават от добра до отлична диагностична точност.

В резултат на проведени изследвания през 2023 в **секция МР** е **предложен и нов метод за генериране на полигони**, които са стартова стъпка при създаването на геометрични фигури (пирамида, цилиндър, конус, призма и други) и на тяхна база формирането на сложни 3D обекти. С предложения нов метод полигоните се създават, чрез задаване на броя на върховете и дължината на страната, използвайки само отношения на успоредни отсечки, като по този начин се постига по-добра точност в сравнение с традиционния тригонометричен метод, който използва параметрите брой върхове и радиус на окръжност, описана около многоъгълник. От направен сравнителен анализ между двата метода по отношение на параметъра точност на генерираните обекти се установява, че с новият метод се постига по-добър резултат. Прилагането на техниката полигонно 3D моделиране е намерила приложение при **създаването на нова 3D екстремна игра за симулиране на стресови ситуации, с приложение в изследване вариабилността на сърдечната честота** на хора, използващи играта за целите на изследване влиянието на стреса.

През 2023 г. учените от **Секция "Мехатронни био/технологични системи"** (МБТС) продължиха своята изследователска дейност в следните направления:

✓ Разработка на алгоритми и тяхното вграждане в Интерактивна система за обучение по моделиране и управление на биопроцеси

- ✓ Разработка на метавирситични алготирми, вкл. нови хибриди за целите на параметрична оптимизация на биотехнологични процеси
- ✓ Интегрирането на модерни информационни технологии с 5G и приложението за изкуствен интелект в управление на риска от бедствия, и др.
- ✓ Разработка на автономен контролер за активна лакътна ортеза

Един от най-успешните резултати е осъществената хибритизация на два алгоритъма - оптимизаторът на мравките лъвове (ALO) и генетичен алгоритъм (GA), повлиян от еволюцията и процеса на естествен подбор. По този начин за първи път е създаден нов хибрид ALO-GA който балансира проучването и експлоатацията и подобрява достигането на глобален оптимум на идентификационната процедура. Ефективността на новия хибрид е доказана по два начина: i. чрез сравнение с най-съвременни хибридни алгоритми върху набор от класически бенчмарк функции ii. Чрез идентифицирането на параметрите на модел на процес на периодично култивиране на *Escherichia coli*. Резултатите от направени статистически тестове, параметрични и непараметрични, ясно показват, че ALO-GA превъзхожда останалите конкурентни алгоритми с подобрение между 6-8 % . Резултатите са публикувани в статия IF: 2.4 (2022); квартал: Q1 и са в изпълнение на Договор № КП-06-Н323 от 07.12.2019 “Интерактивна система за обучение по моделиране и управление на биопроцеси” (InSEMCoBio). Във връзка с този договор продължава разработването и вграждането на алгоритми за моделиране, мониторинг и управление на процеси за производство на протеини в системата InSEMCoBio. Докторант д-р инж. Стефан Христов успешно защити дисертационния си труд. Докторант инж. Момчил Куртев беше отчислен с право на защита и участва със свои разработки в областта на безпилотни летателни системи (БЛС) в INTER DRONE EXPO 2023 и "Европейска нощ на учените" -като участник в Център за компетентност „КВАЗАР“. В секцията МБТС са публикувани 11 труда, от които: 8 с IF/SJR (1 публикация с квартал Q1, 2 с Q2, 3 с Q3, 2 с Q4). Публикациите с IF са 3 (съответно с IF: 3.5, 2.7, 2.4). Пет публикации са с SJR.

Основните усилия на учените от секция **"Управление на работи и мехатронни системи"** (УРМС), филиал Пловдив, бяха насочени в следните проблемни области:

1. Колективна роботика

Изследвано е прилагането на алгоритми за колективно поведение и координация за многоагентни системи. Приложили сме вече известните методи на потенциалните функции (APF) и филтри на частици (RPF) в област на изграждане на поведението на автономни мобилни агенти. Тези подходи ще намерят приложение при изграждането на формации от колективи от автономни мобилни работи. От резултатите, получени чрез числени експерименти, става ясно, че методите на APF и RPF позволяват да се получи стабилен контрол на движението на група работи във формацията.

Изследвано е приложението на дълбоки рекурентни невронни мрежи за изграждане на рационално поведение на автономен агент. Сравнени са енкодер-декодер дълбоки рекурентни мрежи и класически рекурентни невронни мрежи. От получените резултати се вижда, че дълбоки мрежи от типа енкодер-декодер са приложим в областта на изграждане на поведението на интелигентните автономни агенти в динамична среда.

2. Мехатронни и роботизирани системи

В тази област са направени модели на латералната и напречната устойчивост на мобилни колесни роботи. Приложен е принципа на Д'Аламбер и е изследвано влиянието на конструктивните параметри на робота върху устойчивостта.

Направени са симулационни модели на електрически двигатели с постоянни магнити и задвижвания за мобилни автономни роботи.

Лаборатория "Безпилотни роботизирани системи" работи в следните направления: Авиационни комплекси, Авионика, Комуникационни и радиолокационни технологии. Лабораторията подпомага научните секции в техните научно-приложни изследвания, извършвани в интерес на сигурността и отбраната. Колективът участва в Националната научна програма „Сигурност и отбрана“. През 2023 година са направени общо 8 публикации, от които 2 са с импакт фактор (Q1 не оглавява листата). Лабораторията притежава свои прототипи на дистанционно управляеми летателни апарати с повишена продължителност на полета и повишена товароносимост. Лабораторията съпровожда докторски програми за разработване на иновативни безпилотни роботизирани системи с автономно програмно управление, използващи елементи на изкуствен интелект.

В **Националната лаборатория по „Роботика и изкуствен интелект“** към ИР-БАН бяха развивани иновации по следните направления:

Експертни системи с елементи на изкуствен интелект

Изследвани и апробирани са съвременни синтезатори на реч (TTS), използващи елементи на изкуствен интелект в контекста на използване в сервизните работи, разработвани от лабораторията.

Реализирана е система за локално изпълнение на големи езикови модели (LLM) върху микрокомпютърни модули използващи архитектури с обединена памет. Целта е роботите, разработвани в лабораторията да използват съвременна експертна система с елементи на изкуствен интелект в рамките на локална мрежа с много ниско времезакъснение.

Образователна роботика

Надградени са серията работи - “MaxiBot” и “BeBot” апаратно с микропроцесорни модули от ново поколение и подобрени зарядни модули с поддръжка на USB-C стандарт, както значително бе разширена и функционалността на програмното им осигуряване.

Реализирано е управление, позволяващо движение и позициониране с висока точност, както и захранващ модул с литиево-желязо фосфатна батерия (LiFePo4) за транспортно-логистичния робот “Spartacus”.

Беше създадено съдържание за проекта по образователна роботика “OPERA”.

1.2 Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Р. България 2017–2030, извършени дейности и резултати по конкретните приоритети.

Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Р. България 2017–2030 и тази на БАН като програмни документи, отразяват преди всичко политиката на Правителството по отношение на развитието на страната в областта на научните и технологичните изследвания. Основната ключова цел е да се подпомогне науката в България и процеса на превръщането ѝ в основен фактор за развитие на икономиката и индустрията, базирана на знанието и иновациите. Със своята дейност през 2023 г. **ИР-БАН е изцяло в синхрон с изпълнението на така формулираните оперативни цели в двете стратегии.** Със своята уникална мисия и приоритетни дейности Институтът е мощен инструмент във формирането на среда, в която роботиката е обединяващият фокус както за научни платформи, така и за най-иновативната база за конкурентна национална индустрия. Поддържат се на високо ниво науката, интердисциплинарността на изследванията, международното сътрудничество с партньорски институти в рамките преди всичко на ЕС, САЩ и Япония. Основна задача в този документ е също Специфична цел 9 - Разширяване на участието на българската научна и иновационна общност в европейското изследователско пространство и разширяване на международното научно сътрудничество. В изпълнение на тази цел са активизирани дейностите за участие в Европейските рамкови програми за научни изследвания и технологично развитие.

Следва да се отбележи **най-крупното във финансов аспект постижение** на секция СИТРМ, включително, в БАН и страната. След близо едногодишна подготовка на европейски проект, свързан с квантово-комуникационния обмен на данни между ДАНС, МВР, МО, МЕ, МИ от една страна, и европейските ни партньори от друга, в края на 2022 г. беше спечелен конкурсът, свързан с научно-технологичното и иновационното обезпечаване и реализиране на канали за комуникация на квантов принцип - **стратегическата инициатива Euro QCI.** Проектът беше подписан на 15.12.2022 г. в Европейската комисия. Това даде стартът за модернизацията на България в най-съвременната технология за комуникация. Общата стойност на финансовото въздействие на този стратегическа за България и Европейския съюз инициатива е в размер на **20 000 000 лева с ключов бенефициент ИР-БАН.** През 2023 година участието на секция СИТРМ в този европейски проект беше успешно. Предстои свързване на ДАНС, МВР, МО, МИ от една страна, и

европейските ни партньори – НАТО и ЕС от друга с квантово-комуникационен канал за обмен на криптирана информация.

1.3. Полза / ефект за обществото от извършените дейности.

Институтът по роботика при БАН като водеща национална научна институция, интегрирана в Европейското изследователско пространство и през 2023 г. продължава да провежда комплексни фундаментални и инженерни изследвания, доведени до иновационни технологии и изобретения.

Като пример за постигнати иновации за 2023 г. ИР-БАН с полза обществото е иновативното решение „Гинекологично устройство”, реализирано от екип на СИТРМ съвместно с МУ-Плевен и Националния ЦК „Да Винчи”. В роботизираната гинекологична хирургия е създадена уникална технология за операциите по отстраняване на тумори в детеродните органи. За първи път в хирургията се предлага замяна на въглеродния двуокис с газообразен хелий He. Този инертен газ при никакви условия не взаимодейства с други реагенти. Предложеният метод и устройство отстраняват условията на дискомфорт в следоперативния период. След получаване на необходимото сертифициране и разрешение от МЗ, се очаква прототипиране на иновацията в тъканна среда съвместно с робота “Da Vinci ” на технологично ниво TRL 9. Решението е патентовано: С. Лозанова, Г. Горчев, С. Томов, А. Иванов, Ч. Руменин - „Гинекологично устройство”, Патент BG № 67587 В1/07.11.2023 г.

Друг пример в **областта на квантовата комуникация**. През 2023 г. QUASAR съвместно с оператора А1 и ИЯИЯЕ-БАН надградиха изследванията като предадоха криптирани (кодирани) данни на около 100 километра разстояние чрез използване на сплетени фотони. Този сериозен научно-приложен резултат е докладван в Европейската Комисия в Брюксел. От криптирана и сигурна информация се нуждаят банки, медицински структури, военни, служби за сигурност, контратероризмът и др. Предстои мултиплицирането на този резултат в крупни мащаби. Ще отбележим ключовото достижение на Института по роботика (с-я СИТРМ) в стратегическия конкурсен проект на ЕС ***EuroQCI с финансово въздействие 20 000 000 лева***. Освен свързването с квантово-комуникационен канал на ДАНС, МВР, МО, МЕ, МИ и др., изгражда се трасе до „Капитан Андреево” за интегриране с аналогичната гръцка система за директна връзка с НАТО и ЕК.

Ние успешно обучаваме магистри и докторанти основно по роботика, мехатроника, сензорика и системи с изкуствен интелект. С разработките, експертната и проектната си дейност ИР е в полза преди всичко на националната индустрия и обществото.

Също така ние консултираме държавни и неправителствени организации, фирми и предприятия в тези авангардни области на науката и технологиите.

ИР-БАН активно участва в ежегодната организация на Националната „Програма за квалификация на педагозите – инженери и ИТ специалисти” с подкрепата и финансирането на МОН, като реализира лекционни курсове при посещение на педагози от различни училища в CERN, Швейцария.

В изпълнение на основната задача, поставена от Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Р. България със **Специфична цел 1**. “Осигуряване на висока квалификация и ефективно кариерно развитие на учените, основано на високо ниво на научните изследвания”, през 2023 г. бяха извършени следните дейности:

- Провежда се активна политика за привличане на млади и способни специалисти в работата на ИР и създаване в максимална степен на подходящи условия за тяхното научно и кариерно развитие чрез докторантури и подходящо допълнително заплащане при работа по проекти, включително и в Центровете за компетентност. Всичко това доведе до увеличаване на броя на докторантите и младите специалисти в ИР-БАН. За отчетния период, един докторант на института успешно защити дисертационния си труд, един е в процедура за защита и петима специалисти са зачислени в докторантура.

- Създадени са подходящи условия за повишаване на квалификацията на кадрите на ИР, включително научно и кариерно израстване, защита на дисертации и конкурси за заемане на академични длъжности. Нашият докторант ас. инж. Мартин Ралчев за своите иновативни изследвания в областта на генерацията на микрочастици в нехомогенни структури беше отличен с наградата за най-млад учен „Иван Евстратиев Гешов“. През изминалата година двама колеги придобиха академичната степен “професор”, 6 - ‘главен асистент’. Обявен е конкурс за доцент.

- Проведени са изследвания и бяха създадени мехатронни и роботизирани системи, изпълнителни устройства и уреди с елементи на изкуствен интелект с многофункционално предназначение за целите на промишлеността, енергетиката, медицината, образованието, хранително-вкусовата, фармацевтичната и леката промишленост, екологията, сигурността, отбраната и др.

- ИР-БАН е Националният лидер по създадени изобретения с актив повече от над 200 патента за последните години, в доминиращата си част трансферирани като технологии във фирми и предприятия. В областта на инженерните науки в БАН и ВУЗ, ИР е лидерът и по цитирания на неговите трудове, надхвърлящи за последните години над 17 000. Проектната активност на института включва множество договори с ЕС, ОП, ФНИ, индустриални фирми и др. със съществено икономическо въздействие.

- С решение на научния съвет учени от института могат да обучават учители по роботика, с което се подпомага създаването на национална мрежа от клубове по роботика в училищата за развитие на талантиливи ученици.

-Експерти на Центъра за компетентност КВАЗАР и секция СИТРМ разработиха STEM уроци за технологии в креативните индустрии, които ще се използват в новоизградения STEM Център на 134 СУ „Димчо Дебелянов“ в София. Наш колега участва в един от най-актуалните форуми на съвременното чрез дискуссионна кръгла маса „Проблемите на изкуствения интелект“ със съдействието на Атлантическия клуб в България. Акад. Ч. Руменин представи своята гледна точка за сензорната организация на човешкия мозък, емисията на биовълни и възможността за управление на роботизираните системи с мозъчни сигнали. Беше проявен силен интерес към тези идеи, което намери място в медиите. Със съдействието на ас. инж. М. Ралчев беше проведен курс лекции, посветени на иновационните приноси на секцията и ЦК КВАЗАР, и особено приложимостта на емисията на частици в твърдотелните структури. Лабораториите на КВАЗАР бяха посетени т.г. общо от 10 ученика от международното у-ще „Св. Георги“. Получи се благодарствен адрес от директора на това училище.

1.4. Взаимоотношения с други институции

ИР-БАН през 2023 г. активно е съдействал в работата на редица институции и организации, като например:

Научно – техническите съюзи в България (НТС) и Регионалните академични центрове (РАЦ). ИР-БАН активно участва в инициативите на НТС в България като заедно с това учен от ИР-БАН е Член на Управителен съвет на Научно-Техническия съюз по Машиностроене и Зам. председател на "Българско дружество по роботика" при НТС.

Българска стопанска камара (БСК). ИР-БАН е дългогодишен член на авторитетния технологичен клъстер “Мехатроника”. Участието ни се свежда до иновативна оценка и логистика на индустриални фирми в областта на роботиката и мехатрониката. Тук следва да отбележим ползотворното сътрудничество с фирма СПЕСИМА. Активно е участието на ИР-БАН в организираната мрежа за разпространение и трансфер на технологии и изобретения до промишлените предприятия в страната с активното посредничество и логистика на Българската стопанска камара. Чрез БСК се установиха и задълбочиха връзките с фирми от промишлеността, например фирмите ВАПТЕХ ЕООД, „ТМКО“ ЕООД, гр. Дебелец, „НЕДКОМ“ ЕООД гр. Русе, „Карголинк-България“ ЕАД и др. На тази основа се подготвя и съвместно проектно участие в програми, финансирани с участието на Европейския съюз.

Издателство на БАН. ИР-БАН сътрудничи активно в работата на Издателството на БАН със своите рецензии на проекто статии за публикуване в списанията и научните поредици, издавани от издателството. Учен от ИР-БАН е зам. гл. редактор на научната поредица "Проблеми на техническата кибернетика и роботиката", списвано на английски език и на учен, член на Редколегията на „Списание на БАН”.

Фонд Научни изследвания ИР-БАН съдейства в работата на Постоянната Научно-експертна комисия по Технически науки при ФНИ, като един от учените на ИР-БАН е член на тази комисия.

Медицински Университет – Плевен, Технически Университет, София, ТУ-Габрово и Софийски университет „Св.Климент Охридски”, Факултет по математика и информатика. През 2022 г. продължи активно дейността по организиране и провеждане на лекционни курсове от наши учени по програми, свързани с мехатрониката и роботиката за магистри. Успешно се осъществяват съвместни семинари по актуални проблеми на роботиката и сензориката.

Министерство на иновациите и растежа на Република България Акад. Руменин е представил експертиза в Министерството относно изработване на концепция и техническо решение за приложение на синтетични горива – бензин и дизел с производство в нашата страна.

1.5. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата.

1.5.1. Практически дейности, свързани с работата на национални, правителствени и държавни институции, индустрията, енергетиката, околната среда, селското стопанство, национални и културни институции и др. (съотносими към получаваната субсидия).

През 2023 г. чрез дейността на учените от ИР-БАН се подпомагат активно редица държавни институции, като Министерството на вътрешните работи, Министерството на отбраната, Министерството на транспорта и Столична община.

Това сътрудничество е основно по линия на Националния център за квантова комуникация КВАЗАР при Института по роботика на БАН. В рамките на следващите 30 месеца експертите на центъра ще изградят пилотно две квантови трасета. С едното от тях на територията на София - ще се подсиgurяват информационните масиви на Министерството на вътрешните работи, Министерството на отбраната, Министерството на транспорта и Столична община. Второто трасе ще бъде с дължина от 280 километра и ще свърже София с Гърция, като бъде доведено до граничен пункт Кулата. Това ще се реализира чрез доставка на специални квантови устройства, които ще бъдат поставени в съществуващите оптични мрежи на телеком операторите и доставчиците на интернет и комуникационни услуги. Така ще бъде създаден допълнителен слой за киберотбрана, който ще работи на принципа на квантовата криптография.

Столична община, която е асоцииран партньор по Националния план, ще посочи свои центрове за големи данни, които да бъдат включени в мрежата, с което да се демонстрира как работи квантовата криптография.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА



Откриване на дейностите по Националния план на България за изграждане на квантово-комуникационна инфраструктура

Екип на Националния Център по Квантова комуникация КВАЗАР при Института по роботика на БАН, съвместно с инженери на телеком оператора А1 демонстрираха през месец октомври 2023 г. първото по рода си наземно комуникационно трасе, изцяло подсигурано с квантова криптография. Това е първата в страната ни мрежа, която ще оперира в реална среда, а комуникационната връзка ще бъде изцяло подсигурана с квантова криптография. Авангардната технология има за цел да демонстрира безпрецедентна сигурност на комуникациите, осъществявани в квантова среда и подсигурени посредством методите на квантовата физика. Трасето е с обща дължина от 15 километра и свързва лабораториите на Института по роботика на БАН с най-големия Център за данни на А1 – „Лифт“, а скоростта на генериране на ключове в мрежата е 1500 бита в секунда. Средствата за обезпечаване на трасето с квантово комуникационни устройства – QKD платформи са осигурени от Националния план на България за възстановяване и устойчивост. Дейностите по изграждане на трасето и въвеждането му в експлоатация бяха извършени в рамките на Националния консорциум, който реализира Плана на България за изграждане на квантово-комуникационна мрежа, съвместно с Главна дирекция „Свързаност“ на Европейската комисия. В Екипа на Националния координатор Център КВАЗАР освен Института по роботика на БАН участват инженери и експерти от системния интегратор на 112 Ентерпрайз Комюникейшънс Груп, Електрон прогрес АД и Корект Консултинг Груп.



Пускането на мрежата в експлоатация е безпрецедентно постижение в сферата на киберсигурността

Националната агенция за оценяване и акредитация към Министерски съвет (НАОА). Учени от ИР-БАН участват в дейността по акредитация на висши учебни заведения, университети и институти от БАН и СА чрез Националната агенция за оценяване и акредитация към Министерски съвет (НАОА), като например Технически университети в София, Варна, Русе, Университет по хранителни технологии - Пловдив и др. ИР-БАН съдейства в работата на Постоянната комисия по Технически науки при НАОА, като един от нейните учени е член на тази комисия и отговаря за акредитацията на висшите учебни заведения и университети по направление 5. Технически науки, 5.2. „Електротехника, Електроника, Автоматика“.

Министерства на икономиката и енергетиката. Продължава процеса на внедряване на интелигентни системи за безконтактен контрол, управление и оптимизиране на електрозахранването и енергопотреблението на електромобилите на основата на съвременни микросензори за магнитно поле и суперкондензатори. Реализирана е нова генерация патентовани от ИР-БАН сензори с мултифункционална приложимост за целите на енергетиката, машиностроенето, комуникациите включително квантовата комуникация, електропреносната мрежа и др.

Министерства на отбраната (МО) и МВР. През 2023 г. ИР-БАН чрез своите експертизи сътрудничи с тези министерства като се реализират роботизирани системи за перманентен контрол на държавната ни граница срещу неоторизиран достъп на миграционни потоци.

Министерство на образованието и науката- двама експерти от ИР продължиха работата си към ПНЕК по Технически науки към ФНИ и експертна комисия към МОН.

1.5.2. Проекти, свързани с общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата и обществото, финансирани от национални институции (без Фонд „Научни изследвания“), програми, националната индустрия и пр. – до ТРИ най-значими проекти (заглавие на проекта, програма, по която се финансира, координатор и постигнати резултати).

Институтът по роботика - БАН участва в **три** Национални центъра за компетентност в един от които е водеща организация:

1. „Квантова комуникация, интелигентни системи за сигурност и управление на риска (QUASAR)” - **ИР-БАН** е Водеща организация;

2. „Персонализирана медицина, 3D и телемедицина, роботизирана и минимално инвазивна хирургия“ - Водеща организация МУ „Плевен”, **ИР-БАН** е партньор;

3. „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“ – Водеща организация ТУ „Габрово”, **ИР-БАН** е партньор.

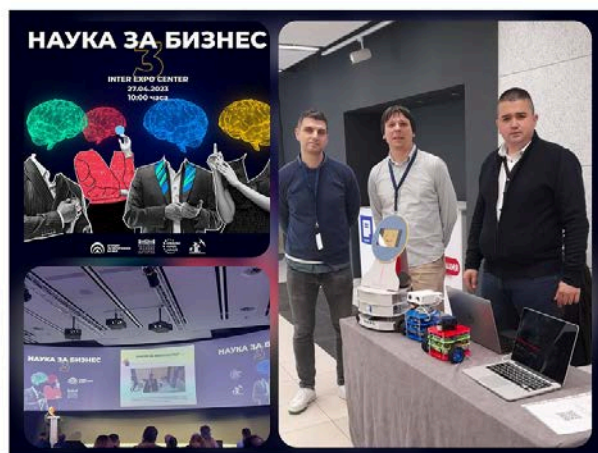
Впечатляващо е общото икономическо въздействие от участието на ИР-БАН в Националните ЦК за компетентност “Квантова комуникация, интелигентни системи за сигурност и управление на риска – QUASAR” и „Персонализирана медицина, 3D и телемедицина, роботизирана и минималноинвазивна хирургия – Da Vinci “, с финансово въздействие повече от 32 000 000 лв. Ключова е ролята за националната сигурност и защитата на данните с класифицирана информация на ЦК „QUASAR” при ИР-БАН с активното участие на секция СИТРМ. Центърът разполага със специализирано оборудване, което включва: цялостна отворена платформа за разработка, внедряване и обучение на високоскоростна система за квантово споделяне на секретни ключове, квантови генератори на случайни числа, криптиращи устройства и комуникатори от последно поколение. През 2023 г. QUASAR съвместно с оператора А1 и ИЯИЯЕ-БАН надградиха изследванията като предадохме криптирани (кодирани) данни на около 100 километра разстояние чрез използване на сплетени фотони. Този сериозен научно-приложен резултат е докладван в Европейската Комисия в Брюксел. От криптирана и сигурна информация се нуждаят банки, медицински структури, военни, служби за сигурност, контратероризмът и др. Предстои мултиплицирането на този резултат в крупни мащаби. Ще отбележим ключовото достижение на с-я СИТРМ в стратегическия конкурсен проект на ЕС ***EuroQCI с финансово въздействие 20 000 000 лева.*** Освен свързването с квантово-комуникационен канал на ДАНС, МВР, МО, МЕ, МИ и др., изгражда се трасе до „Капитан Андреево” за интегриране с аналогичната гръцка система за директна връзка с НАТО и ЕК. Експерти на Центъра за компетентност QUASAR и секция СИТРМ разработиха STEM уроци за технологии в креативните индустрии, които ще се използват в новоизградения STEM Център на 134 СУ „Димчо Дебелянов“ в София. Наш колега участва в един от най-актуалните форуми на съвремието чрез дискуссионна кръгла маса „Проблемите на изкуствения интелект“ със

съдействието на Атлантическия клуб в България. Акад. Ч. Руменин представи своята гледна точка за сензорната организация на човешкия мозък, емисията на биовълни и възможността за управление на роботизираните системи с мозъчни сигнали. Беше проявен силен интерес към тези идеи, което намери място в медиите. Със съдействието на ас. инж. М. Ралчев беше проведен курс лекции, посветени на иновационните приноси на секцията и ЦК КВАЗАР, и особено приложимостта на емисията на частици в твърдотелните структури. Лабораториите на КВАЗАР бяха посетени т.г. общо от 10 ученика от международното у-ще „Св. Георги“. Получи се благодарствен адрес от директора на това училище.

Експерти на КВАЗАР се включиха в кръгла маса на тема „Прилагане на достъпни технологии и продукти с голям асиметричен ефект в съвременните конфликти“, организирана от Президента на Република България Румен Радев. Центърът за компетентност КВАЗАР представи визията си за ролята и бъдещото развитие на безпилотните летателни системи. Сред основния фокус на дискусиата беше възможността за повишаването на отбранителните способности на Българската армия, чрез съвместни усилия и по-добра координация на институциите и организациите в областта на отбраната, българската наука и бизнеса.

Между Университета за национално и световно стопанство (УНСС) и Института по роботика на Българската академия на науките (БАН), включително техните два Центъра за компетентност- ДИГД и КВАЗАР, беше подписан Меморандум за сътрудничество и обмяна на иновативни решения.

За трета поредна година КВАЗАР участва в изложението „Наука за Бизнес“. Събитието се проведе в Интер Експо Център и показа най-новите прототипи и технологични разработки на младите изследователи на БАН.



Млади изследователи от ИР-БАН и КВАЗАР демонстрираха на изложението „Наука за Бизнес“ нова сензорна технология за сеизмично-активни райони, различни иновативни дронаве, както и учебните роботи MAXIBOT и VABYBOT за деца със специални потребности.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Българската академия на науките, съвместно с Агенцията за насърчаване на малките и средните предприятия, за трета поредна година представиха най-интересните разработки на Академията, готови да се превърнат в успешен бизнес или да му помогнат в оптимизацията на процеси, в рамките на изложението „Наука за бизнес 2023“. Изобретенията бяха представени от младите изследователи на Центъра ас. Мартин Ралчев и гл. ас. Ясен Паунски.

Ефективно е участието на ИР-БАН и екипът на с-я СИТРМ в Националния ЦК „Персонализирана медицина, 3D и телемедицина, роботизирана и минималноинвазивна хирургия – Da Vinci“ с водеща организация МУ-Плевен. С активното съдействие на проф. А. Иванов, проф. С. Лозанова, ас. М. Ралчев и акад. Ч. Руменин беше организирана Конференцията „Роботизираната хирургия и 3D телемедицината“, съчетана с Дни на отворените врати в ИР БАН. Впечатляващо беше участието на повече от 25 чуждестранни студенти по медицина и над 30 български студенти и специалисти, профилиращи се в роботизираната хирургия. Презентациите на акад. Г. Горчев – Директор на УМБАЛ “Св. Марина” в Плевен, проф. дмн С. Томов, проф. дмн Д. Димитров-Ректор на МУ-Плевен и акад. Ч. Руменин представиха най-новите достижения в телемедицината и роботизираната хирургия, включително и реализираните в Националния ЦК “Да Винчи” иновации.



Конференцията „Роботизираната хирургия и 3D телемедицината”, съчетана с Дни на отворените врати в ИР БАН

С участието на „Да Винчи” ИР-БАН и секция СИТРМ осъществиха приложението на инертния газ Не в роботизираната хирургия. Ефектът се заключава в премахване на болезненото състояние в следоперативния период на пациентките при отстраняване на тумори и лезии в детеродните

органи след излизането им от анестезията. Причината за това страдание е използваният до сега въглероден двуокис. Този газообразен компаунд влиза в реакция с водната среда на вътрешните тъкани като се генерира киселинност, дразнеща епидермиса. Предстоят изследвания за използване на високочувствителна термокамера за локализация на туморни образувания в детеродните органи. Решението е на основа на повишената температура, свързана с развитието на онкозаболяването. Също така се разработва технология, с която да се премахне често възникващите пробиви на маточната стена при нейното обследване от начинаещи хирурзи. За тези иновативни решения ще се подготвят заявки за патенти за изобретения, тъй като методологиите са на ниво световна новост.

При подчертан интерес двата Национални ЦК „QUASAR” и „Da Vinci” участваха с разработки и презентация на авторитетния форум, организиран от БАН и Агенцията за малки и средни предприятия „Наука за Бизнес 3”. Научно-приложните резултати, получени в рамките на двата Центъра бяха докладвани на Европейската конференция Eurosensors-23 в Лече, Италия и международната конференция “Унитех’ 23”. Подготвени и предоставени са в ОП НОИП двата нови проекта за втория програмен период „QUASAR” – 2 и „Da Vinci” – 2. Имайки предвид бекграунда на реализираните иновации в двата центъра, дават основание за положително класиране в новия конкурс.

Център за компетентност "Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии" – ИР-БАН

Институтът участва в центъра за компетентност "Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии". Със средствата по проекта са създадени и оборудвани модерни лаборатории по „Роботика и Мехатроника“ (ИР-София) и „Колективна роботика“ (ИР-филиал Пловдив), която притежава хуманоидни роботи Pepper и Nao; Колаборативен робот PANDA; Набор от мини роботи за обучение, LEGO комплекти; Летящи роботи dji Tello и Makerfire Ghost II; Интелигентни очила за смесена реалност; Сензорни устройства за контакт с мозъчната дейност; Безконтактно устройство за проследяване на погледа; Комбинирано устройство за проследяване на погледа и запис на ЕЕГ; Дълбочинна камера Kinect и Xbox конзола; 3-D принтери; скенер и плотер; мобилни роботи.

Изследвани са подходи за разширяване на интерактивните възможности на робота НАО чрез интегриране на облачни услуги за обработване на естествен език към вградения софтуер на робота.

Разработени са методи и алгоритми за разширяване на интерактивните възможности на робот Пепър с цел генериране на човекоподобна реч.

Изследвано е възприемането от потребителя на лица на механичен робот, андроид и човек, представени в кратки видеа. Установени са закономерности на възприемането в зависимост от вида на оценките, асоциирани с лицата - положителни или отрицателни. Предложена е

класификация на различните роли, които да се изпълняват от различни по тип работи, от гледна точка на получените в изследването резултати.

Разработени са програмни сценарии за хуманоиден робот NAO с цел изследване на взаимодействието човек-робот. Основната идея е да се оцени вниманието и емоционалното поведение на човека при това взаимодействие, както и ролята на робота като помощно средство на учителя в класната стая при преподаване на уроците. Сценариите са подходящи за обучение на ученици и за деца със специални образователни потребности. Те включват разпознаване на малки неодушевени предмети след обучение на робота NAO чрез компютърното му зрение, разказване на приказка от робота чрез аудио запис на човешки глас по време на която се извършват синхронизирани движения на ръцете и главата на робота, както и мигане и промяна в цвета на светодиодите му в областта на очите. Проведени бяха и тестове на сценарий за разпознаване на изражение на човешко лице от робота NAO, като неутрален, ядосан и щастлив.

Подготовка, запис, обработка и оценка на EEG данни в Сугестопедична къща 7 Keys. Лего-Роботика, подготовка на курсове и демонстрации за учители. Използване на работи в образованието и бизнеса. Приложение на технологията за 3D принтиране за създаване на модели. Изследвани са 3D модели на работи.

Създадена е концепция за интегриране на физическа роботизирана рехабилитация, рехабилитация във виртуална среда и емоционална рехабилитация с използване на работи.

Изследвано е приложението на Artificial Potential Functions (APF) и Regularized Particle Filter (RPF) за изграждане на поведението на колективи от автономни мобилни агенти. APF подходът използва потенциални функции, свързани с текущата позиция на робота, за да се насочва(привлича) към целта и за да се отблъсква от препятствията, като по този начин позволява робота да се справя гъвкаво с променящата се среда. RPF методът е числено решение на байесовия проблем за оценка на траекториите при нелинейни системи и системи в които вероятно разпределение на състоянието на агента не е гаусово(нормално).

Изследвано е приложението на дълбоки рекурентни невронни мрежи за изграждане на рационално поведение на автономен агент. Сравнени са енкодер-декодер дълбоки рекурентни мрежи и класически рекурентни невронни мрежи.

Обучени са ученици, докторанти и пост-докторанти.

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНО ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2023 Г.

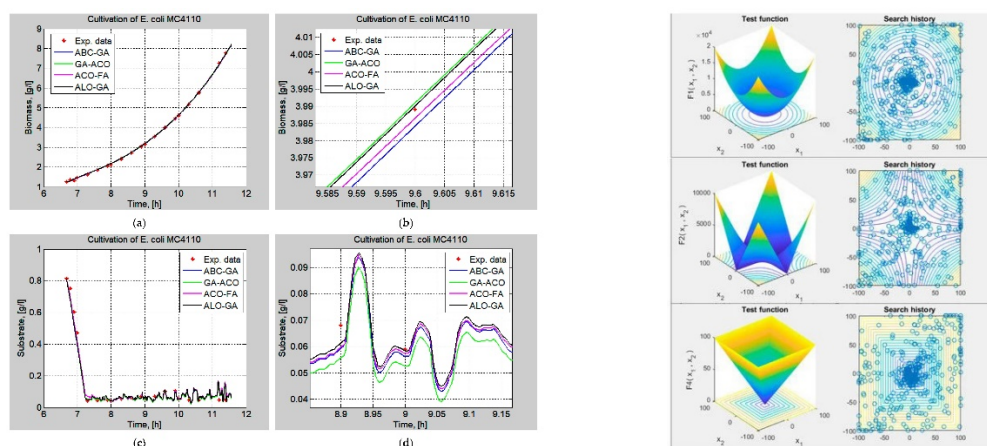
2.1. Научно постижение на ИР-БАН

Постигание на ИР-БАН от секция МБТС

Типичните в биороботизираните системи хибридни алгоритми са ключов инструмент за параметрична идентификация на модели на нелинейни процеси, приложими в производството на протеини, водород за целите на зелените технологии, пречиштането на води, за лекарствени форми и др. За първи път е създадена интеграция на два алгоритъма, единият от които е оптимизаторът на мравките лъвовете (ALO), а другият е генетичен (GA). Предложената хибритизация подобрява достигането на глобален оптимум на процедурата и повишава ефективността ѝ. Това е доказано чрез сравнение с най-съвременните хибридни алгоритми в роботиката. Резултатите от направените статистически тестове доказват, че ALO-GA превъзхожда останалите конкурентни протоколи с повече от 6-8 %. Предложени са и други метаевристични алгоритми, апробиращи за идентификация на модели на биотехнологични процеси.

Резултатите са публикувани в 3 труда, от които 1 с IF: 2.4 (Q1), 1 с IF: 2.7 (Q2) и 1 с IF: 3.5 (Q2).

Ръководители: проф. д-р Олимпия Роева и проф. д-тн Велислава Любенова



Фиг. 1 Резултати от сравнението на хибрида ALO-GA с известните конкурентни алгоритми

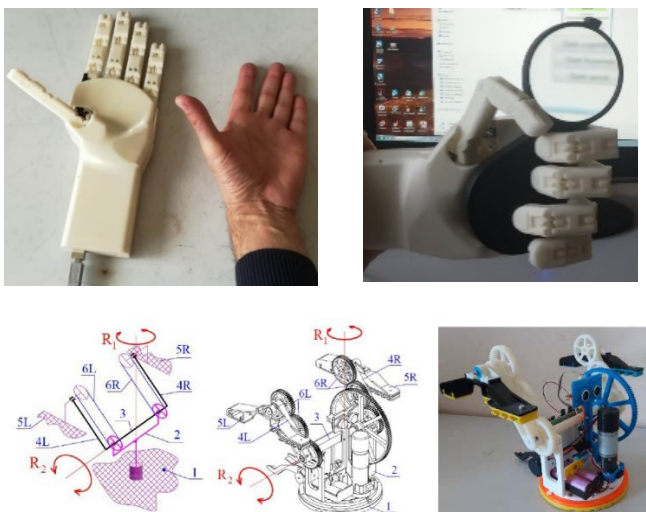
2.2. Научно-приложно постижение на ИР-БАН

Принос от секции РиМИС и ИРСУ

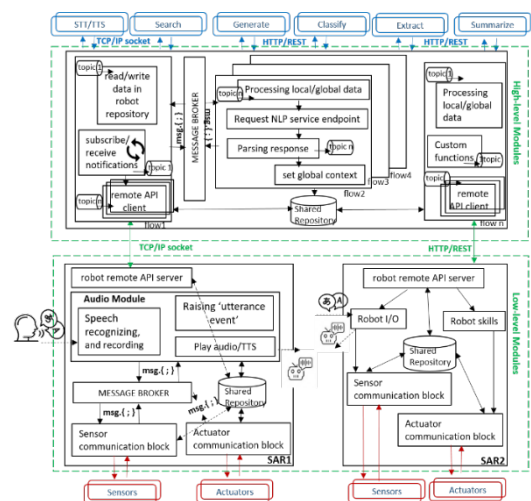
За първи път е интегриран разговорен изкуствен интелект (ИИ) в социално асистирани работи чрез използване на облачни услуги за обработка на естествен език. За целта са реализирани иновативни роботизирани системи и алгоритми за тяхното управление и оптимизиране като е предложена оригинална модулна системна архитектура. Проведени са експериментални изследвания със социално асистирани работи Нао, Пепър и Фурхат за терапия на деца и подрастващи със заекване и езикови нарушения. Анализът на резултатите установи, че предложената системна архитектура отговаря на изискванията за използването ѝ в реално време като е отворена и може да се приложи за други роботизирани терапии и облачни услуги. Разработените платформи включват иновативна 3D хуманоидна ръка и ходещ робот. Ръката има пет степени на свобода, пръстите са проектирани на модулна основа, и е възможно да се лесно сглобяват и реализират с 3D принтер. Конструкцията на ходещия робот е базирана на принципите на минималистичния дизайн - използват се само два мотора, с които системата може да ходи и да преодолява препятствия. Предстои надграждане на тези роботизирани устройства чрез модулната системна архитектура за интегриране на разговорен изкуствен интелект. Ще се използват предимствата на походката и сензорите на крачещия робот за опознаване на заобикалящата среда, а роботизираната ръка ще допринесе за нов канал на комуникация чрез интуитивни жестове или жестомимичен език. Физическото присъствие на новите платформи подобрява социалното взаимодействие чрез изражение на лицето, жестове на тялото, контакт с очите и реакции на основата на разпознаване на емоционални нюанси в разговорите с хората.

Резултатите са публикувани в три списания с ИФ и четири публикации, реферирани в WoS или Scopus.

Ръководители: проф. Анна Лекова и проф. Таньо Танев



Фиг. 2 3D хуманоидна ръка и иновативен ходещ робот



Фиг. 3 Иновативна модулна системна архитектура за интегриране на разговорен ИИ

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИР-БАН

3.1. В рамките на договори и спогодби на ниво Академия

- ✓ Рамково споразумение за сътрудничество с „Европейската организация за ядрени изследвания “ЦЕРН“ – реализирана една визита за изнасяне на лекция;

3.2. Проекти, финансирани от *Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“* на ЕС:

- ✓ Програма ЕРАЗЪМ – 9 договора, подписани за новия програмен период до 2028г. включително, в рамките на които са реализирани двустранни мобилности.

3.3. Проекти по програмата на ЕК H2020 и Оперативни програми на ЕК

- ✓ BG National QCI Plan (Български национален план за квантова комуникационна инфраструктура), CNECT.C.4 – Digital Excellence and Science Infrastructure. Emerging & Disruptive Technologies
- ✓ Проект по Програма за сътрудничество INTERREG V-A Гърция – България” 2014-2020: „GR-BG BUSINESS PASSPORT“, Договор № B6.3a.07/13.04.2021.

3.4. Програма COST - European Cooperation in Science and Technology

- ✓ COST Акция CA19104 - "Advancing Social inclusion through Technology and EmPowerment“

3.5. Визити на чуждестранни учени в ИР - БАН

- ✓ Реализирани: 3 визити на учени от чужбина – един от Великобритания, един от Индия и един от Испания.

3.6. Визити на учени от ИР-БАН в чужди университети

- ✓ ЕРАЗЪМ визити - 3 визити в Румъния, 5 визити в Испания, 2 визити в Гърция, 2 визити във Франция и 3 визити в Хърватия.
- ✓ 1 визита в Португалия по линия на програма COST.

4. УЧАСТИЕ НА ИР-БАН В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

През 2023 г. в Института по роботика, БАН се обучават единадесет докторанти - десет задочни, а един редовен. Отчетите на всички докторанти бяха разгледани, обсъдени и приети на Научен съвет. Един докторант успешно премина предварителна защита (Е. Поповска), а трима получиха удължаване на срока на докторантурата съответно двама с една година (А. Кременска и С. Кременски) и със седем месеца (И. Гудинов). През 2023г. своята дисертация успешно защити един докторант (С. Христозов). В края на годината успешно издържаха конкурс за докторанти още четирима кандидати – трима редовни и един задочен, които ще бъдат зачислени в докторантура от 1 януари 2024г.

Следва да се отбележи участието на Института по роботика в повишаване квалификацията на учителите, директорите и другите педагогически специалисти съгласно "Закон за предучилищното и училищното образование", в сила от 01.01.2019 г. На страницата на ИР са обявени 20 теми на курсове в областите на роботиката, мехатрониката и биоинженерството, одобрени от Научния съвет на ИР.

Лекторски курсове към ЦО на БАН

Продължават активностите по лекторските курсове за докторанти към ЦО – БАН. Броят на курсовете, водени от хабилитирани учени от Института по роботика са 6. Курсове за докторанти към Центъра за обучение, БАН по Web Design, CorelDRAW, Photoshop, MATLAB, др. са водени от гл. ас. Георги Георгиев.

На 14.11.2023 г. се проведе изпит по Допълнителен курс за докторант - тема към ЦО – БАН "Основи на мозъчно-машинния интерфейс", с лектор проф. д-р Анна Лекова, за докторант Аделина Кременска. Изпитът е с цел обща подготовка в направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика в секция ИРСУ на ИР-БАН по научна специалност "Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката".

Сътрудничество с университети

През 2023 г. беше продължено сътрудничеството с висши учебни заведения и университети. Учени от ИР-БАН изнасят следните лекции и водят упражнения на студенти и бакалаври от СУ „Климент Охридски“, Факултет по математика и информатика (ФМИ): Лекции по - „Математика“ – (задължителен за магистри от биологически факултет на СУ); Лекции и упражнения по „Кинематика“ – (задължителен за магистри от ФМИ); Лекции и упражнения по „Проектиране на механични компоненти на работи с САД системи“ (избираем предмет магистри ФМИ); Лекции и упражнения по „3D моделиране и принтиране и приложения в роботиката“ (избираем предмет бакалаври ФМИ), Лекции и упражнения по „Моделиране на работи с 3D принтер“ (избираем предмет

магистри ФМИ); Лекции и упражнения по „Планиране на движения в сложна среда“ – (задължителен за магистри от ФМИ).

В ТУ-София, филиал Пловдив, сътрудници на ИР-БАН участват в подготовката на магистри по „Математика и информатика“. Във Великотърновския университет, факултет "Математика и информатика", са водени упражнения по следните дисциплини: Компютърна графика; Основи на компютърната графика и Графични системи.

Продължава сътрудничеството с Военна академия „Г. С. Раковски“ при подготовката на специалисти по специалността „Киберсигурност“. Поетите и проведени курсове за учебната 2002/2023 са: За ОКС „Магистър“: „Методи и модели за изследване на комуникационните и информационни системи“ и „Комуникационна и информационна съвместимост в обществените и корпоративни мрежи и системи“; За ОКС „Бакалавър“: „Приложение в комуникационно информационните системи на Теорията на масовото обслужване“, „Въведение в комуникационната и компютърна техника“, „Теоретични основи на електротехниката“.

Програма Еразъм +

Реализирани са преподавателски мобилности по програмата в Университет на Барселона, Испания – 2, Университет на Страната на баските, Испания – 1, в Международен Елински университет, Кавала, Гърция – 1. Проф. д-р Анна Лекова е осъществила преподавателска мобилност по програма Еразъм в Политехнически университет във Валенсия, кампус Alcoy (Universidad Politecnica de Valencia, Campus Alcoy).

5 ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ЗВЕНТО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

5.1. Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори, вкл. поръчана и договорилана с фирми от страната и чужбина

Ключова за ИР-БАН е патентно-иновационната активност, придобиваща все по-съществено присъствие в стратегията на държавата. Тя гарантира запазване на създадената в Института индустриална собственост (патенти за изобретения и полезни модели) – стратегическият потенциал при трансферирането ѝ към националната промишленост и бизнес. Така се доказва в явен вид действието на научните постижения в интерес на данъкоплатеца. През 2023 г. ИР-БАН има признати **11 патенти за изобретения** и общо **21 регистрирани заявки за патенти**, или общо **32 защитни документи на индустриалната собственост с патентоприетжател ИР**. Това е впечатляващ резултат не само за БАН, но и за страната, и представлява около 40 % от защитените у нас за 2023 г. изобретения. Достатъчно е да отбележим, че всички технически университети, например ТУ-София, ХТМУ и ТУ-Габрово с техните филиали, СУ и Селскостопанска Академия имат общо не повече от 10 - 12 патенти и модели.

Предпоставките за това, станало вече традиционно постижение на ИР-БАН, което следва да се мултиплицира и в други ресорни ПНЗ в БАН, са следните:

1. Институтът участва в три Центъра за компетентност като е получено високо финансиране. Имаме предвид придобитата уникална измервателна апаратура, с която осъществяваме експериментални изследвания на световно ниво, представляващи пробиви в научен и приложен аспект. Нашата стратегия е, че ИР-БАН е в състояние да доведе до иновационно инженерно решение, защитимо с патент за изобретение всеки фундаментален научен резултат.

2. Ние констатирахме важна особеност в изобретателската активност на Института. От една страна все повече тематично се разширява обхватът на патентната защита, а от друга – създават се изобретателски екипи с участието на млади учени и докторанти.

3. Важен фактор е приетият за бъдещето на научните и технологичните изследвания от ОС на БАН документ – „Стратегия за развитие на БАН 2018 – 2030 г.". Той е качен на сайта на БАН. „Стратегията..." до голяма степен дължим на акад. Юлиан Ревалски, акад. Константин Хаджииванов и проф. дн Нели Косева. В този документ към изобретателската дейност на ИР и БАН е политиката, развита в специфична цел 6: „Осъществяване на висококачествена научно-приложна и иновационна дейност", (стр. 73). Също тази тематика е отразена в материалите на МС и МОН – “Иновационна стратегия за интелигентна специализация” и „Национален план за възстановяване и устойчивост”. Ще добавим, че в момента е финализиран от работна

комисия Проектозакон за “Насърчаване на научните изследвания и иновациите”, депозиран в Народното събрание. Вече Парламентът успешно допълни и усъвършенства “Закона за авторското право и сродните му права”.

4. В резултат на целевата политика на БАН за изобретателска и иновационна дейност са станали вече традиционни форуми “**НАУКА ЗА БИЗНЕС**” с изложби, организирани от БАН и Агенцията за малки и средни предприятия като ИР-БАН ги високо оценява. На тези срещи съществено нарастват предпоставките за предоставяне на нашите иновативни разработки на заинтересувани фирми. Това събитие набира все повече участници и популярност в БАН и бизнеса в България. Особено показателни са изявите на ИР-БАН през 2023 г. и отражението им в медиите.

5. И през 2023 г. ИР стриктно спазва изискванията на „Закона за патентите” и „Закона за авторското право и сродните му права”, отнасящи се до създадените служебни изобретения в публичните организации. Техническите решения на ИР, защитени с патенти се предоставят с договорни условия на фирми за прототипиране в конкретни изделия, за демонстриране на целесъобразност при производство и/или решаване на конкретни технологични проблеми. Нашите защитени патенти за изобретения всяка година, включително и 2023 г. се оценяват от нарочна комисия и се завеждат задбалансово в патримониума на ИР. В тези оценки се включват прогнозните средства, които реално се дават за такси и поддръжка на съответния патент, а не недоказуеми фиктивни суми от неясни анализи, каквато е практиката в някои извън БАН ведомства. Ръководството на Института счита, че в конкретните условия на стагнация на индустриалния сектор от Ковид-пандемията и войната срещу Украйна, осъществяваните контакти с фирми е ефективният способ за подкрепа на държавата и икономиката ни. Така със съществена част от иновативните разработки на ИР-БАН запознаваме представители на индустрията за формиране на комерсиален интерес.

6. От стратегическо значение за развитието на иновационната политика на ИР са вече функциониращите **три Национални Центъра за Компетентност (ЦК)**. На единия от тях - ЦК QUASAR ИР-БАН е водещата организация. Политиката на ИР по отношение на ЦК до момента, в който държавата не даде ясни и непротиворечиви правилници или законодателни промени за техния статут, те ще функционират като част от звената на Академията, в случая в ИР. Ето няколко примера за постигнати иновации за 2023 г. в ИР-БАН – с-я СИТРМ и ЦК QUASAR: ИР-БАН с участието на И-т по Металознание и ИЯИЯЕ с ръководството на проф. А. Иванов и проф. С. Лозанова направиха крупни пробиви в областите: **1. Сензориката:** За първи път бяха детектирани микрочастици при високи едноосни деформации на скали и строителни компоненти (различни консистенции бетон). Този фундаментален научен резултат е с далече отиващи практически приложения в конструирането на мултисензори с многостранна приложимост в сеизмологията,

строителството, язовирните стени, ядрената енергетика, подземната инфраструктура, контратероризма, сигурността и др.; **2.** Квантовата комуникация: Впечатляващ резултат с приложимостта в банковото дело, здравеопазването, контратероризма, сигурността и др. За първи път е осъществено в България и на Балканите предаване на криптирани данни чрез сплетени фотони на разстояние около 100 км при съвместното участие на ИР, ИЯИЯЕ и Оператора А1. Определяща е ролята на европейския проект „**Стратегическа европейска инициатива Euro QCI**“, който се ръководи от ИР-БАН и е в основата на практическото реализиране на квантовата комуникация в България.

В рамките на ЦК „**Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии**“ екипът от ИР-БАН с ръководител проф. Т. Танев е реализирана оригинална платформа за връзка между виртуална и реална среда (в частност виртуален и реален робот), съобразно концепцията Industry 4.0. Конструирано е иновативно устройство за снемане на ЕЕГ сигнали и проследяване движенията на очите, разработки с многостранна приложимост в образованието на деца със специфични потребности. Важно достижение е създаденият робот Емо-сан, който освен с елементи на изкуствен интелект, е надграден и с „емоционална платформа“, което е научно и приложно постижение.

Съвместно с МУ-Плевен в ЦК „**Персонализирана медицина, 3D телемедицина, роботизирана и минимално инвазивна хирургия**“ екип с ръководител акад. Ч. Руменин е създадал уникална в роботизираната хирургия лапароскопска система за целите на гинекологията. Тя заменя предизвикващия дискморт и болки при хирургичните интервенции въглероден диоксид с инертния и не влизащ в никакви реакции газообразен хелий. Технологиата е вече защитена с патент и е докладвана от акад. Г. Горчев в Европейския панел по медицинско и социално здраве. Тя премина под мотото „*Няма невъзможни неща. Изключение е това, което нашето съзнание го направи да е такова*“. Също така иновациите по този център бяха докладвани на Конференцията с Дни на отворените врати, посветена на роботизираната хирургия и 3D телемедицината през м. ноември. Освен участието на повече от 50 наши и чуждестранни студенти по медицина, лекциите на акад. Г. Горчев, проф. дмн С. Томов и проф. дмн Д. Димитров впечатлиха участниците и бяха подобаващо отразени на сайта на БАН от PR отдела на Академията.

Акад. Ч. Руменин беше многократно канен от телевизии с национално покритие за изясняване проблемите и перспективите на изкуствения интелект. Също така в обхвата на неговите интервюта бяха включени достиженията а ЦК КВАЗАР и ЦК „Да Винчи“. Силно впечатление направи тандемът Руменин-д-р Ясен Паунски в програмите на ТВ НоваНюз, където представиха иновативни роботизирани системи с елементи на изкуствен интелект. Проф. Сия Лозанова изложи пред БТА своята визия за иновативната политика на ИР и БАН, както и нейния принос в областта на роботизираната гинекология.

7. Трябва да отбележим грижите, които се полагат от ИР към способните и талантливите ученици по проекта „Робо-Академия”. В рамките на Ученическият институт при БАН, създаден и ръководен от акад. Петър Кендеров, от седем години в ИР функционира Робо-Академия - уникална в България структура. В нея средношколци при съдействие от екипа с ръководител доц. Иван Чавдаров се обучават на иновативни подходи в областта на роботиката и изкуствения интелект. В Националната лаборатория по „Роботика и изкуствен интелект” към ИР-БАН са надградени с нови модалности уникалните хуманоидни роботи МаксиБот и БеБот, реализирани също в тази лаборатория от гл. асистенти д-р Георги Ангелов и д-р Ясен Паунски. Като концептуалност и реализация те са принос в роботизираните системи. Те бяха демонстрирани на две участия в телевизията с национално покритие „Нова Нюз“ в прайм тайма.

През м. април 2023 г. ИР-БАН взе участие в Националния форум „Наука за бизнес - 3” с презентация върху сензориката. На тази конференция към ИР-БАН се обърнаха представители на Асоциациите на зърнопроизводителите и на животновъдите с някои техни трудности в съхраняването на зърнените култури и отглеждането на едрия рогат добитък. Ние анализирахме тези проблеми и със заявки за патенти за изобретения ги разрешихме на ниво TRL 5.

8. Освен посочените постижения, следва да се отбележат и някои ограничения в иновационната активност на ИР. Впрочем този въпрос е общ за БАН, предвид наложеното изискване за генериране преди всичко на публикации в списания, реферирани в Web of Science/Scopus и най-вече в квантилите Q1 и Q2. Фактите показват, че в ИР-БАН се създават множество оригинални технологични решения във формат на устройства, модули, системи, методи и ноу-хау. За съжаление, обаче, учените избягват да ги осъществяват като заявки за патенти за изобретения. Те се стремят резултатите да се публикуват като статии в авторитетни издания. Това се прави с цел бърза реализация на интелектуалния продукт в полза на учените, като времетраето на този процес е около година. Признаването на патента изисква сложна експертиза в обхват на около 2.5 години. За решаването на този проблем Ръководството предлага следното решение – нека първо изследователският екип подаде заявката за патент, а след това да се направи съответната публикация върху материала. От такава стратегия ще спечели и ИР, и Академията.

5.2. Извършен трансфер от ИР-БАН на технологии и/или подготовка за трансфер на технологии по договор с фирми; данни за полученото срещу това заплащане; данни за реализираните икономически резултати във фирмите (работни места, печалба, производителност и т.н.);

Съвместната иновационна дейност и сътрудничество през 2023 г. на ИР-БАН е с водещи фирми като ВАПТЕХ ООД, Маркет Тренд ЕООД, Финвера Консулт ЕООД и др. С тези структури Институтът е реализирал

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

трансфер на патентовани технологии със съответно икономическо въздействие.

Трансфер на част от технологиите е обобщен в таблицата по-долу.

Наименование на продукта	Организация-ползвател	Форма на участие на звеното в реализацията (продажба, внедряване и пр.)	Ефект от реализацията
Разработване на интерактивна система от устройства с многофункционално приложение	Маркет Тренд ЕООД	Съвместен проект	Трансфер на технология
Разработване на продуктова иновация в тежкото машиностроене	ВАПТЕХ ЕООД	Съвместен проект	Трансфер на технология
Разработване на система за персонална диагностика на физическото развитие на подрастващите CADET	Финвера Консулт ЕООД	Съвмесет проект	Трансфер на технология

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ

1. За 2023 година приходите от наеми на ИР-БАН ...

Към БАН Администрация по партия "Развитие" са начислени 50% от наемите.

2. Получените приходи от услуги /курс по роботика, такси конкурси изготвяне на обучителни програми/ и такси докторанти са в размер ...

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЗВЕНОТО ЗА 2023 г. ПРИХОДИ, ДАРЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИ ТРАНСФЕРИ

ПРИХОДИ, ДАРЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИ ТРАНСФЕРИ

1. За 2023 година приходите на ИР-БАН

2. Получените приходи от услуги /курс по роботика, такси конкурси изготвяне на обучителни програми/ и такси докторанти са в размер 6371.67лв.

3. Получен трансфер от ОП НИОР по Център за компетентност Квазар, Габрово, Плевен, Национален план за

4. Получени трансфери по проекти финансирани от ФНИ

-проект №КП-06-Н57/8...

-проект №КП-06-М72...

-проект №КП-06-М77...

-проект №КП-06-Н42/4...

6. Получени европейски средства:

-проект №В6- За.07...

РАЗХОДИ

С най-голям относителен дял са разходите за заплати и осигуровки към фондове на ДОО и фондове на ЗК, които се покриват от бюджетна субсидия. През 2023г. година капиталовите разходи на ИР- БАН са както следва:

-закупени компютърни конфигурации, принтери, монитори, мултифункционални устройства...

-закупени машини и съоръжения...

-стопански инвентар...

Капиталовите разходи, са с източник на финансиране от проекти и са в съответствие с финансовия план на проектите...

БЮДЖЕТНА СУБСИДИЯ

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА**

Бюджетната субсидия на ИП- БАН за 2023 година е в размер ...

8. СЪСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМИ НА ИР-БАН В ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ

8.1. Издаване на научни списания.

✓ **Списание „Complex Control System“**, ISSN 1310-8255 и ISSN 2603-4697 (Online). Списанието се издава на английски език като се публикува на сайта на Института по роботика www.IR-BAS. През изтеклата година са публикувани поредните книжки №5 и №6 със селектирани и рецензирани статии в областта на роботиката във връзка с проведената Международна научна конференция „Robotics&Mechatronics'23“. Изданието е подпомогнато финансово от Европейския проект SubSPEED, № 777720 H2020-MSCA-RISE-2017 и проект по Фонд „Научни изследвания“ в България, № КР-06-H57/8/16.11.2021 г. Очакваме, че скоро ще се премине към издание на списанието на хартиен носител, което ще повиши читаемостта му.

✓ **Списание "Проблеми на техническата кибернетика и роботиката"**, на английски език с ISSN 0204-9848. ИР-БАН е съиздател на научното списание в Издателството на БАН и собственик на търговската марка. Изданието е съвместно с ИИКТ – БАН. През 2023 г. са издадени две книжки № 79 и № 80. Трябва да се отбележи, че списанието се реферира от две от най-големите агенции в света INSPEC, UK в Европа и ICS, USA в САЩ. Редколегията на списанието наскоро бе обновена като от ИР-БАН участват трима учени, а един от тях е зам. главен редактор. Също така се наложи актуализиране на тематиката на списанието с оглед на новите направления на работа на ИР-БАН и ИИКТ-БАН. В списанието се публикуват рецензирани и селектирани статии в областта на Техническата кибернетика и Роботиката на английски език.

✓ **„Списание на Българската академия на науките“ и списание „Техносфера“**. ИР-БАН участва в издаването на тези списания, с което се подпомага издателската дейност при Техническите науки в БАН. Също така учен от ИР-БАН е член на редколегията при издаване на списанието „Научни известия“ на Научно-техническия съюз по машиностроене, ISSN 1310-3946. Един учен от ИР-БАН е член на редколегията на списание „Sensors and Actuators“. Също така учен от ИР-БАН е в състава на редколегията на AIMS Bioengineering, реферирано в Scopus и Acta Universitatis Cibiniensis, Series E: Food Technology, списание на Университета "Лучиан Блага", Сибиу, Румъния.

8.2. Техническата библиотека на ИР - БАН.

Техническата библиотека на БАН е основана през 1948 г. Понастоящем тя е обособена като отделно структурно звено в състава на ИР-БАН и се намира под методическото ръководство на Централна библиотека на БАН, която заплаща и абонаментът на книгите и списанията. В библиотеката към края на 2023 г. книжният фонд е от около 59233 тома (информационни единици). Справочният фонд през

2023 г. наброява 5165 тома. Процентното съотношение на справочния фонд спрямо общия е около 9 %.

8.3. ИР в медиите.

През 2023 г. учени от ИР-БАН имат значително участие в дейността на електронните медии и в печатните издания като са реализирани множество интервюта за достиженията в сензориката и роботиката включително с участието на антропоидни роботи. В печатните медии през изтеклата година също са отразени достиженията на института в репортажи и интервюта, например в „24 часа“, „168 часа“, „Труд“ и др. Дадени са повече от 20 интервюта за достиженията на ИР-БАН в роботиката, като например в телеканалите на Българската национална телевизия - БНТ, БТВ, 7дни, ТВ Европа и радиопредавателите „Хоризонт“, „Христо Ботев“ и др.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИР-БАН

Постоянно действащият Научен съвет на ИР-БАН е избран на 24.11.2022 г. от Общото събрание на ИР. Съставът е следният:

Вътрешни членове:

1. проф. д-р Сия Лозанова-ИР-БАН
2. проф. д-р Анна Лекова-ИР-БАН
3. проф. д-р Таньо Танев -ИР-БАН
4. проф. д-тн Велислава Любенова -ИР-БАН
5. доц. д-р Александър Кръстев -ИР-БАН
6. доц. д-р Снежанка Костова-ИР-БАН
7. проф. д-р Мая Димитрова-ИР-БАН
8. доц. д-р Анастас Маджаров-ИР-БАН
9. доц. д-р Нина Вълчкова-ИР-БАН
10. доц. д-р Венцеслав Шопов-ИР-БАН
11. доц. д-р Евгения Господинова-ИР-БАН
12. доц. д-р Галя Цанева-ИР-БАН
13. гл. ас. д-р Панчо Дачкинов-ИР-БАН
14. проф. д-р Август Иванов – Директор на ИР-БАН

Външни членове:

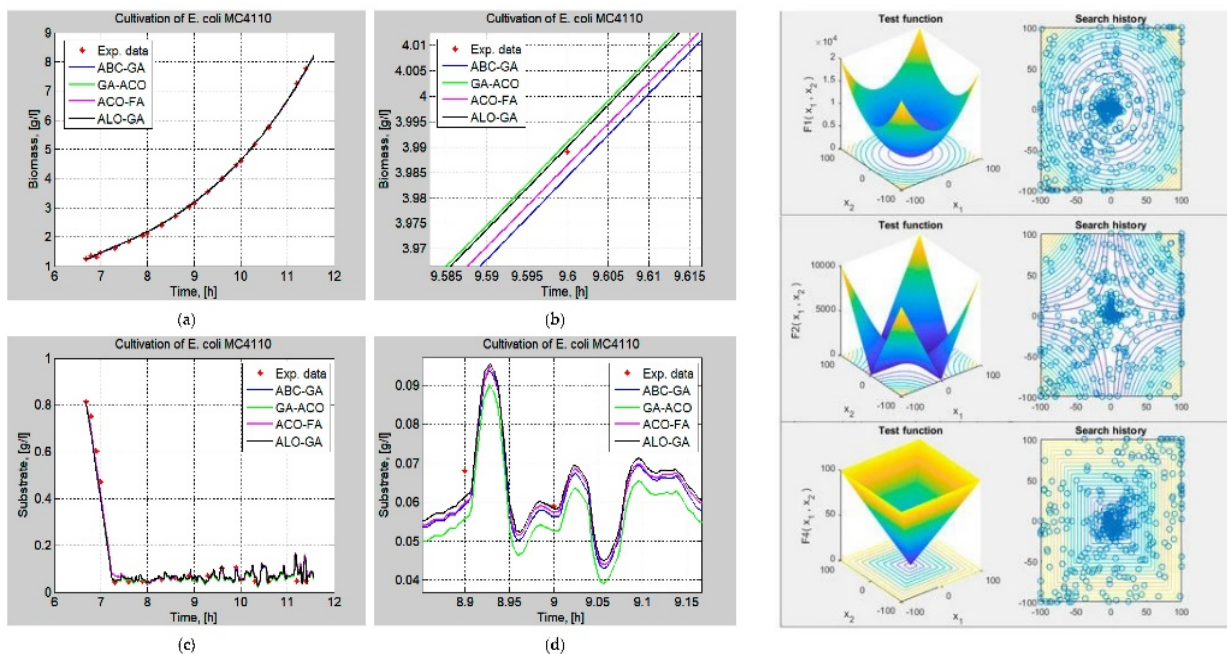
15. акад. Чавдар Руменин;
16. чл.-кор. Петко Петков;
17. проф. Мая Игнатова;
18. доц. Иван Чавдаров;
19. проф. Роман Захариев

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНОТО

Правилника на ИР-БАН не е променен. Пълният му текст е публикуван на интернет страницата на ИР-БАН:
<http://www.ir.bas.bg/documents/pravilnik.pdf>

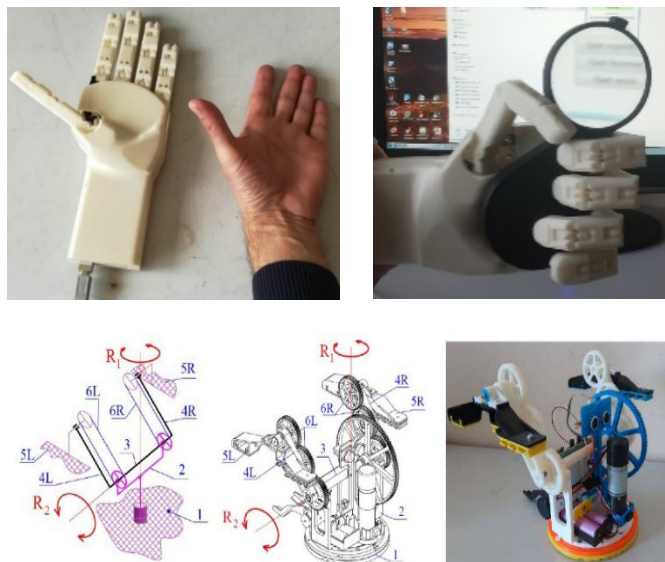
11. ПРИЛОЖЕНИЯ

Научно постижение на ИР-БАН

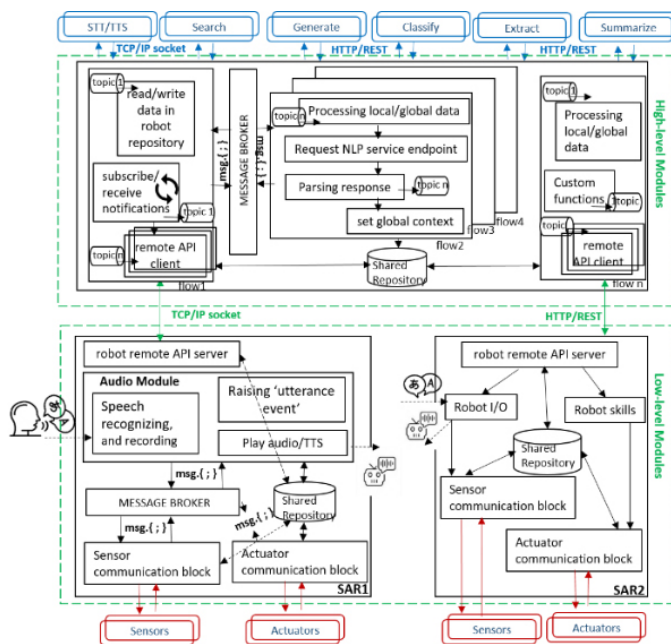


Фиг. 1 Резултати от сравнението на хибрида ALO-GA с известните конкурентни алгоритми

Научно-приложно постижение на ИР-БАН



Фиг.2 3D хуманоидна ръка и иновативен ходещ робот



Фиг.3 Иновативна модулна системна архитектура за интегриране на разговорен ИИ