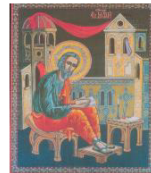




**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА**

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**

2024 ГОДИНА

ДИРЕКТОР:

.....
Проф. Август ИВАНОВ

*София
януари 2025 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 укрепи 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 2024 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, контртероризма 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; Роботизирани системи в енергетиката; 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 2024 г. учените от секция **“Сензори и измервателни технологии в роботиката и мехатрониката” (СИТРМ)** са реализирали на технологични нива TRL 5 и 6 интелигентни сензорни модули и изпълнителни устройства с многофункционално предназначение и приложимост в роботиката, системите с елементи на изкуствен интелект, медицината, енергетиката и др. Ключовият научно-приложен резултат е иновативното решение **„Разработване на прототип за получаване на ядрена енергия чрез високо хидростатично налягане“**. За първи път в дебелостенна камера от титаниева стомана запълнена с тежка вода са разтворени соли на уран 235 или плутония 239. При високото хидростатично въздействие рязко нараства вероятността да се увеличи ефективността на верижната реакция. Този резултат до момента не е обсъждан в специализираната литература и не е експериментално изследван. Сближаването на ядрата на радиоактивното вещество води до по-интензивно протичане на ядрения процес. Този резултат се съпровожда с намаляване количеството на стратегическия продукт обогатен уран и по-малка критична маса, управляваща получаването на ядрена енергия. Предложено е разполагането на модулното устройство в сондажи под водното огледало на дълбочина около 1500 метра. Нов момент е предложението получаването на ядрена енергия да се осъществява в изоставени мини чрез роботизирано управление и контрол на ядрената реакция. В случай на авария тези зони лесно се капсулират и се запазва екосистемата. Тази иновация е защитена с патент за изобретение Рег. № BG 67678 B1/05.12.2024 г. Освен това се подготвя сътрудничество по тази тематика с АЕЦ „Козлодуй“ и Корпорация „Уестингхаус“. Подготвен е доклад за световната конференция по сензори и изпълнителни системи Transducers’25.

Успешно е участието на секция СИТРМ в структуропределящия европейски проект **„Стратегическа европейска инициатива Euro QCI”**. Предстои свързване на ДАНС, МВР, МО, МИ и някои банки и болници. Данните ще се предоставят на нашите партньори от европейския съюз и НАТО. Връзката ще се осъществява с квантово-комуникационен канал за обмен на криптирана информация. За първи път на Балканския полуостров беше реализирано квантово-комуникационно трасе за

специализирана информация чрез сплетени фотони, преминаващо през България и Гърция, като данните се траслират до ЕК в Брюксел.

Подготвен и верифициран от Jaspers проектът на с-я СИТРМ за участието на ИР-БАН и другите ни партньори в Националния ЦК „Quasar” – 2. 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.

Новите резултати на секцията се съдържат в 14 престижни международни конференции и още в 3 национални.

За 2024 г. с-я СИТРМ има 7 признати патента за изобретения, 3 полезни модела и 12 новоподадени заявки за изобретения с патентоприетел ИР-БАН. СИТРМ има съществено участие във форума „Наука за Бизнес – 4” с две презентации и два експоната, които впечатлиха аудиторията с иновативното си съдържание. Секцията взе участие и в XVI Специализирано международно изложение за отбранителна техника и услуги „Хемус“ със сензорни системи за целите на националната сигурност с участието на проф. дн Н. Личков и доц. М. Ралчев.

Доц. Мартин Ралчев беше отличен с националната награда на Фондация Еврика – „Млад изобретател на годината“. През 2024 г. колегата проф. д-р инж. Август Иванов беше награден и вписан в „Златната книга на българските откриватели и изобретатели“.

През 2024 г. в секция **"Интерактивна Роботика и Системи за Управление" (ИРСУ)** продължиха изследванията в 1) областта на използване на Социално Асистиращи Роботи (САР) в различни области, както и 2) интегрирането на роботизираните системи с интелигентни сензори за Мозъчно-Компютърен Интерфейс (МКИ). В ИРСУ се обучават: един редовен докторант, двама задочни докторанти, един докторант на самостоятелна подготовка и двама постдокторанти.

Изследвана и разработена е иновативна методология за логопедична терапия асистирана от социални роботи и облачни услуги за обработка на естествен език, която да подпомогне децата и подрастващите с комуникативни нарушения в усвояването и практикуването на речеви, езикови и социални умения чрез преживяване и опит във физическия и виртуалния свят. Предложена е нова системна архитектура за коопериране на различни САР-и в процеса на психо-социална рехабилитация. Изследвана, разработена и тествана е модулна архитектура за интеграция на текстово-генеративен ИИ в различни САР-и. Също така е проектирана софтуерна рамка за администриране на психологически тестове със САР, която се адаптира към различни формати, въпроси и критерии за оценка. Изследвана е ролята на компютърно базирани технологии в образованието, терапията и социалното включване на хора с аутизъм и интелектуални увреждания,

като са идентифицирани най-добрите и доказани практики по критерии: персонализация, достъпност и приложени етични норми.

Предложен е неврокогнитивен подход, базиран на МКИ за анализ и оценка на когнитивните, емоционалните и ментални състояния на възрастни. Проектиран и разработен е нов модел, както и методи за анализ на ЕЕГ активността на мозъка при различни когнитивните състояния в контекста на управление на устройства в умни домове. Формулирани са ключовите функционални изисквания за предаване, анализ и обработка на ЕЕГ сигнали и преобразуването им в команди за управление на IoT устройства и услуги. Проектирана и разработена е системна архитектура за ЕЕГ-базиран МКИ за комуникация в реално време с „неща“ в IoT, която верифицира разработения концептуален модел. Разработена е нова методология за анализ и оценка на емоционални и когнитивни състояния с помощта на ЕЕГ-базиран МКИ, която позволява изследване на връзката между емоциите и умората.

Резултатите от изследванията са публикувани в четири статии в списания с Q2, три публикации в списания реферирани в Scopus и седемнадесет публикации на конференции, от които осем в WoS или Scopus. Резултатите са отразени в дейностите на Център за компетентност "Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии", и в четири проекта с ФНИ: Договор № КП-06-Н67/1 (2023-2025), Договор №КП-06-Н42/4 (2020-2023), Договор №КП-06-ПМ77/10 (2023-2025) и Договор № 27/14.10.2022 г. (2022-2024).

През 2024 г. в секция **"Роботизирани и мехатронни интелигентни системи" - РиМИС** са проведени изследвания в областта на роботиката, като са разработени и проектирани иновативни специализирани роботизирани устройства с приложение в медицината: устройства за рехабилитация на китка и пръсти на пациенти след инсулт. Рехабилитационните устройства са базирани на паралелен тип работи с три степени на свобода. Възможностите на роботите са оценени чрез изследване на работното пространство, кинематиката и сингулярните положения. Разработено е управление на роботите и са изработени прототипи на тези устройства с използване на 3D принтиране. Проведените експерименти с прототипите показват добри резултати при покриване на обхвата на движение на ръката и пръстите. Подходящи са за домашна рехабилитация. Тези изследвания са публикувани в четири статии: Q1- 1 бр.; Q2- 1 бр.; индексирани в Scopus – 2 бр.

Разработена е хуманоидната ръка с подобрен модулен дизайн и пръстите са 3D принтирани като единичен асемблиран компонент. По такъв начин се спестява операция по асемблиране. Разработено е управление на ръката със съответния софтуер. Модулният дизайн позволява лесна смяна на пръсти при необходимост. 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. Чрез проведените експерименти се изследват основните функционални възможности на ръката. Публикувана е една статия в списание с ранг Q3.

Представен е нов подход за изследване на кинематичните свойства на стационарни роботи със затворена структура. Той съчетава прилагането на конвенционални методи от кинематиката с геометрични параметри, представени в барицентрична координатна система. Това позволява да се изследва влиянието на пропорциите на връзките на работа върху основните му механични характеристики. Всяка точка от нововъведеното барицентрично пространство съответства на набор от работи със същите пропорции на връзката. Предложеният подход се използва за изследване на три аспекта: пропорциите на връзката, за които роботът може да съществува; формата на работното пространство на работа; и възможните единични конфигурации. Подходът се използва при оценка на качествата на съществуващи работи и може да се приложи при проектирането на нови механични системи. Публикувана е една статия в Q1.

Създадена е дигитална платформа за хирургическо обучение с приложен софтуер с добавена реалност, която е подходяща освен за обучение на хирурзи, така и на студенти по медицина. Публикувана е статия, индексирана в Scopus.

Създаден е оптимизиран прототип на колаборативен робот с приложимост в медицината, образованието и социалната дейност. Направен е анализ на функционалните параметри на механичната система на роботите, както и анализ на критериите за мобилност на сервизните работи. Разработена и реализирана е мобилна платформа с омни колела, предназначена за плавно и гъвкаво движение на сервизен робот, предназначен за внедряване в здравеопазването. По темата са публикувани 8 статии.

През 2024 година специалистите от **секция „Медицинска роботика“** осъществиха изследвания по тема: Изследване и анализ на здравословното състояние на организма чрез вариабилността на сърдечната честота. Изследвано е влиянието на менталния стрес върху вариабилността на сърдечната честота (HRV) чрез симулация на стресови ситуации с виртуална реалност (VR). За целта е създадена иновативна екстремна игра, функционираща в два режима на VR (с пълно потапяне и без потапяне). Играта включва динамични сценарии, създадени чрез усъвършенствани техники за 3D моделиране и анимация, проектирани да предизвикват стрес. Получените резултати от сравнителния анализ показват, че VR с пълно потапяне генерира значително по-високи нива на стрес в сравнение с VR без потапяне; в двата случая ВСЧ намалява, но промяната е по-осезаема при режима с пълно потапяне. Взаимодействието между HRV, стреса и VR подчертава потенциала на VR като изследователски инструмент и като терапевтична интервенция.

Изследван е стресът по време на тренировки на спортисти по борба. Регистрирани са ЕКГ, записани преди и непосредствено след тренировка, и един час по-късно. Сигналите са анализирани чрез линейни и нелинейни (Поанкаре, DFA и MF DFA) методи. Резултатите дават информация за функционирането на автономната нервна система, регулираща реакциите на човешкото тяло по време на стрес, което може да помогне за ранното откриване на потенциални здравни проблеми.

Изследвани са числови и графични методи за HRV анализ на записи на пациенти с диагноза аритмия и синкоп.

Представен е нов алгоритъм за определяне на времевите интервали на кардио серии, получени по време на непрекъсната регистрация на PPG сигнали.

Създаден е хибриден алгоритъм за математическо моделиране на фотоплетизмографски сигнал с помощта на две функции на Гаус, генериращи основните вълнови форми на сигнала.

Продължава се работата върху сензорно мобилно устройство, което следи сърдечната дейност чрез удобна и незабележима PPG регистрация. Същевременно се следи и поведението на човешкото тяло чрез вградените в апарата акселерометър и жироскоп, благодарение на които е възможно да се сигнализира при загуба на съзнание или падане.

С фрактални и AI методи са анализирани и други общественозначими фрактални времеви серии. Изследвано е използването на иновативни технологии във висшето образование.

През 2024 г. учените от **Секция "Мехатронни био/технологични системи"** (МБТС) продължиха своята изследователска дейност във връзка с приключващ проект по ФНИ – КП-06-Н32/3 на тема „Интерактивна система за обучение по моделиране и управление на биотехнологични процеси“. Разработена е софтуерна система InSEMCoBio със следните основни компоненти:

-Структура с два панела – идентификационен и за мониторинг и управление.

-Осъществено е интерактивно активиране на функции – избор на модели, алгоритми за идентификация, мониторинг и управление, избор на параметри на модели и алгоритми в зададени граници

-Визуализация на процедурите на идентификация, както и на резултатите в графичен и табличен вид. Сравнение на резултати от различни идентификационни процедури до 8 на брой едновременно в графичен и табличен вид. Визуализация на резултатите от мониторинг и управление.

Софтуерът на системата е с отворен код и може да бъде разширяван. Осъществено е обучение на студенти и специалисти от Университета по хранителни технологии-Пловдив за работа със системата InSEMCoBio.

Научните постижения в секцията са свързани с разработени i) нови модели на биотехнологични процеси (БТП) ii) нови метаевристични алгоритми за идентификация на модели iii) нови алгоритми за мониторинг и управление на БТП.

Резултатите са представени 12 публикации от които, 3 публикации с ИФ (Q1) и 1 с SJR (Q4).

В секцията е разработена и методология за оптимизиране на системата за управление на пътната безопасност (1 публикация с Q3), както и методи за подобряване на четливостта на уникални исторически източници чрез предварителна обработка на изображението, публикувани в списания реферирани в Scopus и WoS.

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

1. Приложение на големи езикови и визуални модели (LLM и LVM) в роботиката

- ✓ Бяха изследвани системи с езикови модели LLM и LVM с приложение в сервизната роботика. Успешно бяха апробирани чрез серията образователни работи разработени в лабораторията за анализ на снимкова и видеоинформация, както и автономно вземане на решения.
- ✓ Беше реализирана методология за разпознаване на глас с използване на трансформер модел с архитектура енкодер-декодер с отворен код. Основното приложение е за създаването на гласови интерфейси за сервизни работи, както и гласови асистенти.

2. Образователна роботика

- ✓ Бяха надградени серията работи - “MaxiBot” и “BeBot” с програмно осигуряване с елементи на изкуствен интелект и беше подобрена тяхната хранваща подсистема.

3. Комуникационни системи в роботиката

- ✓ Беше създадена методология за изследване на реалните времезакъснения, както и пропускателната способност (bandwidth) на комуникационния канал между сервизен робот и интерфейса за управление.
- ✓ С разработената методология беше направено сравнително изследване на параметрите на комуникационния канал с използване на мобилна връзка за основните оператори в страната.

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 оптимално съвпадение на елементите на двуделни графи (bipartite matching). Направен е

сравнителен анализ на ефективността на различни приложения на унгарския алгоритъм за такова разпределение. От резултатите, получени чрез числени експерименти, става ясно, че ефективността зависи както от различните приложения, така и от структурите от данни използвани за реализацията на основните операции в унгарския алгоритъм.

Направено е изследване на приложимостта на различни методи и алгоритми за консенсус протокол за нуждите на формиране на стабилни колективи от автономни роботи. От получените резултата се вижда, че линейните методи за консенсус протокол са приложими за основни операции като схождение на определено състояние 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. Предложени са коефициенти за сравнение на устойчивостта на роботи без да е необходимо цялостно изчисление на определено допустимите ускорения 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.

Резултатите са публикувани в 7 труда на международни конференции, от които 2 на конференции на IEEE (под печат).

Лаборатория "Безпилотни роботизирани системи" (БРС) 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“ и Международното изложение за отбранителни продукти и услуги „ХЕМУС 2024“, проведено в периода 05.06.-08.06.2024, гр. Пловдив.

Лабораторията притежава свои прототипи на дистанционно управляеми летателни апарати с повишена продължителност на полета и повишена товароносимост. Тя съпровожда докторски програми за разработване на иновативни безпилотни роботизирани системи с автономно програмно управление, използващи елементи на изкуствен интелект.

През 2024 година от Лаборатория БРС е беше апробиран нов метод за синтезиране на системи за информационна сигурност в организации, който беше валидиран чрез изследване, проведено по няколко аспекта. Предложени са нови подходи и изследвани нови проблемни области, свързани с осигуряване на информационна сигурност в различни среди:

1. Нов подход за отчитане на човешкия фактор при проектирането на системи за информационна сигурност
2. Нов подход за защита на информационните ресурси на базата на комуникацията в една организация

3. Анализ на проблемната област „Киберсигурност“ в съвременни индустриални среди, познати като Индустрия 4.0

4. Анализ на различни аспекти на надеждността и сигурността в интегрирани интелигентни образователни среди

Научните публикации в издания, индексирани в WoS, Scopus, ERIH+ (публикувани) за 2024 година са 25 броя, от които в Q1 е 1 брой, а в Q2 са 2 броя, като общият брой на публикациите на лабораторията е 35. Това е впечатляващ ръст на публикационната активност на лабораторията.

През 2024 г. в Института по роботика при Българската академия на науките беше представена новосъздадената **лаборатория „Роботизирани системи в Енергетиката“**, чиято цел е да разработва иновативни решения за предизвикателствата в енергийния сектор чрез използване на роботика и автоматизация. Академичният състав на лабораторията включва утвърдени учени с разнообразни експертни познания в сферата на енергетиката. Основната мисия на екипа ще бъде да създаде иновативни технологии за по-устойчиво и ефективно управление на енергийните ресурси. През 2024 г учените от лабораторията представиха 2 монографии, 2 публикации и участваха с експертна дейност в научни журита и комисии.

Разработена е теоретична постановка, даваща възможност за оптимизиране на електротехническите товари в електроснабдителните системи на промишлени обекти. Предложен е теоретичен модел за организация на режима на съвместно участие на електрическите потребители. В резултат на това, годишният товаров график, получен чрез наслагване на индивидуалните товаров графици, ще има минимална неравномерност. С използване на основните принципи на корелационния и дисперсионния анализ са представени два подхода за оптимизиране и роботизиране на товаровия график - приоритетно - стъпков метод - корелационно резонансен. Тези постановки осигуряват в пълна степен решението за постигане на значителен ефект при намаляване на загубите на активна мощност.

Проведена е апробация на предложената методология в електроснабдителните системи на мощен промишлен обект, в резултат на което дисперсионната съставляваща на мощността се редуцира съществено, с което прогнозното намаляване на загубите на активна мощност е около три пъти в сравнение с началния вариант.

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 2024 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.

Успешно е участието на секция СИТРМ в структуропределящия европейски проект „Стратегическа европейска инициатива Euro QCI“. Предстои свързване на ДАНС, МВР, МО, МИ и някои банки и болници. Данните ще се предоставят на нашите партньори от европейския съюз и НАТО. Връзката ще се осъществява с квантово-комуникационен канал за обмен на криптирана информация. За първи път на Балканския полуостров беше реализирано квантово-комуникационно трасе за специализирана информация чрез сплетени фотони, преминаващо през България и Гърция, като данните се траслират до ЕК в Брюксел.

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 2024 г. продължава да провежда комплексни фундаментални и инженерни изследвания, доведени до иновационни технологии и изобретения.

Като пример за постигнати иновации за 2024 г. ИР-БАН с полза обществото е **иновативното решение „Разработване на прототип за получаване на ядрена енергия чрез високо хидростатично налягане“**, което е включено като научно постижение на ИР-БАН за 2024 г. в т. 2 на отчета. Нов момент е предложението получаването на ядрена енергия да се осъществява в изоставени мини чрез роботизирано управление и контрол на ядрената реакция. В случай на авария тези зони лесно се капсулират и се запазва екосистемата. Тази иновация е защитена с патент за изобретение Рег. № BG 67678 B1/05.12.2024 г. Освен това се подготвя сътрудничество по тази тематика с АЕЦ „Козлодуй“ и Корпорация „Уестингхаус“.

Друг пример е в **областта на квантовата комуникация**. Важна е ролята чрез постигнатите през 2024 г. резултати за националната и европейската сигурност. За първи път на Балканския полуостров се реализира от QUASAR квантово-комуникационно трасе през нашата страна и Гърция, след което то се свързва с Брюксел -НАТО и ЕК. Така предаваните криптирани данни с класифицирана информация чрез използване на сплетени фотони са максимално защитени от кибератаки. За тази цел Центърът разполага със специализирано оборудване, което включва: цялостна отворена платформа, внедряване и обучение на високоскоростна система за квантово споделяне на секретни ключове, квантови генератори на случайни числа, криптиращи устройства и комуникатори от последно поколение и др. Този сериозен научно-приложен резултат е докладван в Европейската Комисия в Брюксел, включително и на нейния Председател Госпожа Урсула фон дер Лайен. От такава криптирана и сигурна информация също се нуждаят ДАНС, МВР, МО, МИР, банки, медицински структури, служби за сигурност и др. Предстои мултиплицирането на постигнатия резултат. Ще отбележим твърде успешното участие на ИР-БАН и в стратегическия конкурсен проект на ЕС *EuroQCI с общо финансово въздействие от 20 000 000 лева*, който се ръководи от института. Финализиран е твърде успешно първия етап на НЦК QUASAR и са набелязани основните майл-стонове за бъдещата ни дейност в него. Подготвя се съвместно участие в общи проекти на Националните центрове за компетентност „ХИТМОБИЛ” и „КВАЗАР”.

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 2024 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, **трима докторанти на института успешно защитиха дисертационните си трудове, четирима са в процедура за защита и шест 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 през януари 2024 г беше награден с престижната награда "Еврика" в категория "Млад изобретател на 2023". През 2024 г. той защити дисертационния си труд и придоби академичната степен „Доцент“. През изминалата година **трима колеги придобиха академичната степен “професор”, четирима - „доцент“, един – „главен асистент”, пет - „асистент“.**

- 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.

1.4. Взаимоотношения с други институции

ИР-БАН през 2024 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. Учени от ИР-БАН са членове на камарата на инженерите в инвестиционното проектиране в секция „Електротехника, автоматика, съобщителна техника” .

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, Софийски университет „Св. Климент Охридски”, Факултет по математика и информатика, Военна академия “Г. Раковски”. През 2024 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.

На 07.03.2024г. в зала „Макс Планк“ на Българска академия на науките бе подписан Меморандум за Научно-технологично и иновационно сътрудничество между **Института по роботика при Българска академия на науките (ИР) и Асоциация за инсулт и афазия (АИА).** Двете организации стартират сътрудничеството си, насочени към разрешаването на един от най-големите проблеми на преживелите инсулт в страната – достъпа до съвременна рехабилитация.

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 2024 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.

През 2024 г. Институтът по роботика при БАН, който ръководи изпълнението на Националния план на България за изграждане на квантово-комуникационна мрежа и МВР пуснаха първото за страната ни квантово-комуникационно трасе, което свързва град София и граничен пункт Кулата при границата с Гърция. Това е първата в България дълго-дистансна телекомуникационна мрежа, подсигурана изцяло с квантово криптиране. Трасето е изградено в съответствие с предвидените мерки в Националния план на страната ни в сферата на киберсигурността, които се реализират съвместно във всички държави-членки на ЕС, в отговор на постоянно нарастващите кибератаки на територията на целия Европейски съюз. По думите на министъра на вътрешните работи Стоянов новоизграденото трасе е не само изключително постижение в сферата на киберсигурността, но и поставя страната ни сред първите държави в Европа, въвели подобна високотехнологична комуникационна мрежа. Той подчерта, че съвместната работа на МВР и Националния център за квантови комуникации при БАН е пример как академичната общност и българските учени могат да оказват значима подкрепа на страната ни по актуални теми, като справянето с киберпрестъпността, хибридни атаки.

Новоизграденото демонстрационно трасе е първа стъпка в рамките на единната европейска инициатива EuroQCI, която се реализира под координацията на Европейската комисия. Инициативата има за цел да защитава чувствителни данни и критични инфраструктури, чрез интегриране на квантово-базирани системи в съществуващи комуникационни мрежи, осигурявайки допълнителен защитен слой, базиран на квантовата физика.

През месец Септември 2024 година предстои да бъде стартиран следващият етап от изграждането на квантово-криптирани мрежи, чрез специализирани интерконекторни станции, с които да се осигури трансгранично свързване на националните мрежи.

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 2024 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 с-я „СИТРМ” ИР-БАН в Националните Центрове 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., което е един съществен резултат. Важна е ролята чрез постигнатите през 2024 г. резултати за националната и европейската сигурност. За първи път на Балканския полуостров се реализира от QUASAR квантово-комуникационно трасе през нашата страна и Гърция, след което то се свързва с Брюксел -НАТО и ЕК. Така предаваните криптирани данни с класифицирана информация чрез използване на сплетени фотони са максимално защитени от кибератаки. За тази цел Центърът разполага със специализирано оборудване, което включва: цялостна отворена платформа, внедряване и обучение на високоскоростна система за квантово споделяне на секретни ключове, квантови генератори на случайни числа, криптиращи устройства и комуникатори от последно поколение и др. Този сериозен научно-приложен резултат е докладван в Европейската Комисия в Брюксел, включително и на нейния Председател Госпожа Урсула фон дер Лайен. От такава криптирана и сигурна информация също се нуждаят ДАНС, МВР, МО, МИР, банки, медицински структури, служби за сигурност и др. Предстои мултиплицирането на

постигнатия резултат. Ще отбележим твърде успешното участие на ИР-БАН и в стратегическия конкурсен проект на ЕС *EuroQCI с общо финансово въздействие от 20 000 000 лева*, който се ръководи от института. Финализиран е твърде успешно първия етап на НЦК QUASAR и са набелязани основните майл-стонове за бъдещата ни дейност в него. Подготвя се съвместно участие в общи проекти на Националните центрове за компетентност „ХИТМОБИЛ” и „КВАЗАР”.

Акад. Чавадар Руменин беше поканен и участва в станалия вече традиционен форум чрез дискуссионна кръгла маса по проблемите на изкуствения интелект, организиран от Атлантическия клуб в България. На него той представи своята гледна точка за сензорната организация на човешкия мозък, емисията на биовълните и възможността за управление на роботизираните системи с двойно предназначение с кодирани мозъчни сигнали. Също така бяха застъпени новите идеи на най-големия визионер на нашето време Илън Мъск за „вечността” на човешкия живот. Беше проявен силен интерес към участието на акад. Ч. Руменин, което намери място и в интервюта за TV Nova News и bTV. Със съдействието на доц. М. Ралчев беше проведен и през 2024 г. курс лекции, посветен на иновационните приноси на секция СИТРМ и ЦК КВАЗАР, и особено приложимостта на емисията на частици в твърдотелните структури на ученици от горния курс на училище „Св. Георги” в София. Получен е благодарствен адрес от директора на училището. Защитена е и първата дисертация за ОНС „Доктор” в рамките на ЦК QUASAR, което научно събитие е първо за всички Национални ЦК и ЦВП. Ще отбележим, че колегата М. Ралчев стана на 29 години най-младия доцент в БАН. Достиженията на ЦК QUASAR бяха представени при подчертан интерес на станалия вече традиционен форум „Наука за Бизнес” 4.

Ефективно е участието на екипа на с-я СИТРМ и ИР-БАН 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, доц. М. Ралчев и акад. Ч. Руменин беше финализиран първия етап на ЦК като е дадена висока оценка на извършеното от нас. С участието ни в „Да винчи” продължи развитието на нашата разработка за приложението на инертния газ хелий 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. Тук определяща е ролята на проф. С. Лозанова. През втория период на ЦК „Da Vinci” предстоят изследвания за използване на високочувствителна термокамера за локализация на туморни образувания в детеродните органи. На основата на повишената температура, свързана с развитието на онкозаболяването ще се идентифицира туморът. 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.

В рамките на двата Национални центъра за 2024 г. участващия екип е заявил множество патенти за изобретения и статии в престижни списания.

Институтът е партньор в Центъра за компетентност "Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии". Със средствата по проекта са създадени модерни лаборатории по „Роботика и Мехатроника“ (ИР-София) и „Колективна роботика“ (ИР-филиал Пловдив), оборудвани с хуманоидни роботи Pepper и Nao; Колаборативен робот PANDA; Мини роботи за обучение; Летящи роботи; 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; 3-D принтери; скенер и плотер; мобилни роботи.

През 2024 г. са проведени следните изследвания:

-Разработена е нова методология за анализ и оценка на емоционални и когнитивни състояния с помощта на ЕЕГ-базиран мозъчно-компютърен интерфейс (МКИ), която позволява изследване на връзката между емоциите и умората. Методологията е приложена и тествана за оценка на умората при учители по Сугестопедия чрез експериментални изследвания с използване на ЕЕГ-базиран МКИ.

-Проектиран и разработен е нов модел, както и методи за анализ на ЕЕГ активността на мозъка при различни когнитивните състояния в контекста на управление на устройства в умни домове. Формулирани са ключовите функционални изисквания за предаване, анализ и обработка на ЕЕГ сигнали и преобразуването им в команди за управление на IoT устройства и услуги. Проектирана и разработена е системна архитектура за ЕЕГ-базиран МКИ за комуникация в реално време с „неща“ в IoT, която верифицира разработения концептуален модел.

-Разработен е нов екзоскелетен робот, който може да се използва в домашни условия за рехабилитация на пръстите на пациенти, засегнати от инсулт. Този екзоскелет е проектиран като механизъм с четири звена с една степен на свобода, способен да задвижва човешки пръст, за да изпълни упражнение за свиване на пръстите. Резултатите от симулацията и експериментите доказаха осъществимостта и ефективността на предложения дизайн.

-Представен е нов подход за изследване на кинематичните свойства на стационарни роботи със затворена структура. Той съчетава прилагането на конвенционални методи от кинематиката с геометрични параметри, представени в барицентрична координатна система. Това позволява да се изследва влиянието на пропорциите на връзките на работа върху основните му механични характеристики.

-Предложен е и е валидиран в практиката линеен модел на педагогическата оценка на взаимодействието дете – роботизирани игри,

който е приложен при разработването на нови игри в специалното образование.

-Реализирано е експериментално изследване на оценката на социални работи с различна степен на антропоморфност. Потвърдена е концепцията за по-доброто възприемане на работи с естетични черти, отколкото с максимална степен на антропоморфност.

-Приложени са методи от областта на дълбокото обучение за изграждане на поведението на колективи от автономни мобилни агенти. Изследвана е ефективността на дълбоки невронни мрежи при обучение с подкрепа за изграждане на рационално поведение на автономен агент.

-Обучени са докторанти и пост-докторанти.

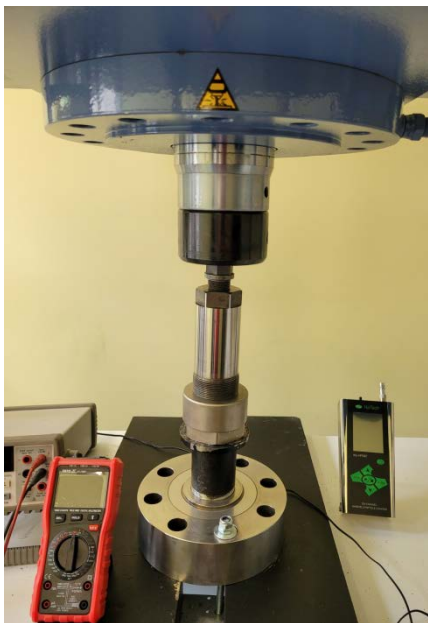
2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНО ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2024 г.

2.1. Научно постижение на ИР-БАН – Секция СИТРМ

За първи път е предложена сензорна технология за получаване на ядрена енергия с високо хидростатично налягане. Тя съдържа дебелостенна камера от титанова стомана с цилиндричен по дължината ѝ канал, запълнен с тежка вода с разтворени в нея уран $^{92}\text{U}^{235}$ или плутоний $^{94}\text{Pu}^{239}$ и частици от графит. В канала има бутало, което е под външен натиск. Вкарваната енергия в камерата, води чрез компресия до повишаване на плътността и сближаване на атомите на радиоактивното вещество. Така нараства вероятността количеството излъчени неутрони от ядрата да участват във верижната реакция, генерираща топлинна енергия, подлежаща на управление с хидростатичното налягане. Около камерата е разположен топлообменник с циркулиращ в него воден поток, който се превръща в пара. Тя привежда в действие турбина, произвеждаща електроенергия. Ключови предимства на новата сензорна технология, предвид повишената плътност и сближените атоми на радиоактивния материал, са редуциране на количеството ядрено гориво, едновременно и на критичната маса на спонтанно делене на ядрата. Приложенията включват дълговременно захранване на роботи, системи за сигурност с изкуствен интелект, подводни, наземни и въздушни платформи за наблюдение и превенция, битово електропотребление и др.

Технологията е защитена с две изобретения.

Ръководител: проф. д-р Сия Лозанова



Генериране на хидростатично налягане в камера от титанова стомана с преса

2.2. Научно-приложно постижение на ИР-БАН - секция РиМИС

Разработени и проектирани са иновативни специализирани роботизирани устройства с приложение в медицината: устройства за рехабилитация на китка и пръсти на пациенти след инсулт и хуманоидна роботизирана ръка. Рехабилитационните устройства на китка са базирани на паралелен тип работи с три степени на свобода. Възможностите на роботите са оценени чрез теоретични и експериментални изследвания. Разработено е управление на роботите и са изработени прототипи на тези устройства с използване на 3D принтиране. Проведените експерименти с прототипите показват добри резултати при покриване на обхвата на движение на ръката и пръстите. Подходящи са за домашна рехабилитация.

Хуманоидната ръка е с подобрен модулен дизайн и пръстите са 3D принтирани като единичен асемблиран компонент. По такъв начин се спестява операция по асемблиране. Разработено е управление на ръката и съответен софтуер. Модулният дизайн позволява лесна смяна на пръсти при необходимост. Чрез проведените експерименти се изследват основните функционални възможности на ръката.

Резултатите са публикувани в 6 статии: Q1-2 бр., Q2-1 бр., Q3-1 бр., Scopus–2 бр.

Ръководители: проф Т. Танев и проф. И. Чавдаров



Роботизирано устройство за рехабилитация на китка след прекаран инсулт

Модулна хуманоидна роботизирана ръка

3. МЕЖДУНАРОДНО СЪТРУДНИЧЕСТВО

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 Н2020 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

3.4. Програма COST - European Cooperation in Science and Technology

- ✓ COST Акция CA19104 - "Advancing Social inclusion through Technology and EmPowerment“;
- ✓ COST Акция CA23153 - Digital Mental Health for Young People.

3.5. Визити на чуждестранни учени в ИР - БАН

- ✓ Реализирана 1 визита на учен от Португалия;

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

- ✓ ЕРАЗЪМ визити - 3 визити в Хърватска, 5 визити в Испания, 3 визити в Гърция;
- ✓ 3 визити в Крайова, Румъния по линия на проект, финансиран от ФНИ.

3.7 Международен проект: COST акция CA 19104 “advancing Social inclusion through Technology and EmPowerment (a-STEP)”, <https://www.cost.eu/actions/CA19104/>

Основа цел на КОСТ акцията е да изгради интердисциплинарна, интерсекторна, паневропейска мрежа, която да работи за подобряване на социалното включване на хора с разстройства от аутистичния спектър и/или интелектуални увреждания чрез приложение на иновативни асистиращи технологии. За постигането на тези цели беше: (1) направен анализ, оценка и разпространение сред целевите групи на най-добрите съществуващи и клинично доказани иновативни асистиращи технологии и (2) направено проучване по метода на Делфи, включващо 284 експерти от 31 европейски държави, касаещо перспективите в областите на образованието, заетостта, обществото и технологиите, като прогнозите се простират до 2030 г.

Анализът на иновативните асистиращи технологии показва, че най-добрите компютърно базирани асистивни технологии, базирани на доказателства и научни подходи и отговарящи на принципите на индивидуализация, партньорство, достъпност и етика са: (1) Компютърни асистивни технологии; (2) Технологии за виртуална и разширена реалност; (3) Носими технологии; (4) Изкуствен интелект; (5) Мобилни приложения и (6) Роботизирани устройства.

Делфи проучването включи разнообразни гледни точки от индустриални експерти, политици, практики, разработчици на технологии и доставчици на услуги. Направени бяха заключения, свързани с: (а) основните икономически и политически предизвикателства; (б) сценариите с висока степен на реализиране до 2030г. ; (в) най-желани тенденции и (г) въздействие в случай на сбъдване.

Резултатите от КОСТ акция СА 19104 бяха докладвани на 79-тата сесия на Общото събрание на ООН, проведена в Ню Йорк в периода 10-27.09.2024г. (United Nations Science Summit, UNGA79).

4. УЧАСТИЕ НА ИР-БАН В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

През отчетната година се затвърди тенденцията броят на докторантите в ИР-БАН да се увеличава.

През 2024 г. в Института по роботика, БАН се обучават седемнадесет докторанти – дванадесет задочни, трима редовни и двама в свободна форма на обучение. Отчетите на всички докторанти бяха разгледани, обсъдени и приети на Научен съвет. През 2024 г. своята дисертация успешно защитиха трима докторанти (Е. Поповска, А. Кременска и М. Ралчев). Един докторант успешно премина предварителна защита и трима бяха отчислени с право на защита. Бяха зачислени докторанти един в редовна, един в задочна и трима в свободна форма на обучение.

Следва да се отбележи продължаващото участие 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.

За формиране и развитие на компетентности за използване на адитивни технологии, имащи отношение към съвременната STEM среда в училищното образование, през 2024 г. се проведеха няколко творчески работилници за работа с 3D писалка. В тях се включиха ученици и учители от: 163 ОУ „Черноризец Храбър“, гр. София; СУ „Христо Ботев“, гр. Септември; образователни експерти, участващи в Шеста международна научна конференция "Иновативно STEM образование" (STEMedu-2024), гр. Велико Търново; участници по време на обучение в TechnoMagicLand, Техпарк, гр. София. Те имаха възможност да създадат

свои авторски произведения. Подобни обучения са подходящи за развитието на дигитална компетентност, творческо мислене и инженерни умения; създаването на условия за подготовка на бъдещи специалисти за възникващите нови професии.

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.

Сътрудничество с университети

През 2024 г. беше продължено сътрудничеството с висши учебни заведения и университети. Проф. Иван Чавдаров изнася следните лекции и упражнения на студенти и бакалаври от СУ „Климент Охридски“: 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). Проф. Пламена Златева изнася следните лекции и упражнения на студенти и бакалаври от УНСС: "Въведение в изкуствения интелект" пред студенти 2-курс (бакалаври редовно) специалности: "Компютърна обработка и анализ на данни (Data Science)" и "Киберсигурност и електронно управление"; "Изкуствен интелект в киберсигурността" пред магистри специалност "Управление на киберсигурността"; "Управление на проекти" и "Анализ на публични политики в отбраната и сигурността" пред магистри специалност "Икономика на отбраната и сигурността". Гл. ас. д-р Паулина Цветкова изнася лекции в УНИБИТ по „Анализ и визуализация на данни“ и „Машинно обучение и изкуствен интелект“

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“.

Изнесени са три лекции под общо наименование: “Моделиране, мониторинг и управление на биотехнологични процеси” пред студенти от специалности “Технология на виното и пивото” и “Биотехнологии” и „Индустриални и фармацевтични“ на Университет по хранителни технологии - гр. Пловдив.

Продължава сътрудничеството с Военна академия „Г. С. Раковски“ при подготовката на специалисти по специалността „Киберсигурност“. Поетите и проведени курсове за учебната 2023/2024 са: За ОКС „Магистър“: „Приложение в комуникационни информационни системи на Теорията на масовото обслужване“; За ОКС „Бакалавър“: „Въведение в комуникационната и компютърна техника“, „Теоретични основи на електротехниката“.

Четирима пост-докторанти са обучавани в рамките на ЦК ИМЕЕСТ.

Лекции в чужбина и Програма Еразъм +

Изнесени са три лекции на International Doctoral Workshop on Modelling, Diagnosis and Control of Biosystems – MODICOBIO, 24 October 2024, University of Craiova, Romania.

Еразъм+ мобилност с цел преподаване във: Faculty of Electrical Engineering, Mechanical Engineering and Naval Architecture (FESB), University of Split, Croatia (проф. Таньо Танев), Universitat Politecnica De Valencia, Алкой, Испания (проф. Иван Чавдаров), Facultat de Matemàtiques i Informàtica, Universitat de Barcelona, Испания (проф. Мая Димитрова), Dimokritio Panepistimio Thrakis, Кавала, Гърция (проф. Анна Лекова), Panepistimio Thrakis, Кавала, Гърция (проф. Анна Лекова), Университет „Гоце Делчев“ гр. Шип, Република Северна Македония (гл. ас. Иван Гайдарски).

Еразъм+ мобилност с цел обучение: Universitat Politecnica De Valencia, Алкой, Испания (Борислава Костова), Dimokritio Panepistimio Thrakis, Кавала, Гърция (Борислава Костова), University of the Basque Country, Engineering school of Gipuzkoa (д-р Паулина Цветкова).

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 договорирана с фирми от страната и чужбина

Ключова за ИР е патентно-иновационната дейност, придобиваща все по-съществено присъствие в държавната стратегия за наука, технологии и образование, и особено в Академията. Тя гарантира запазване на създадената в Института индустриална и интелектуална собственост, което е важен потенциал при трансферирането ѝ като технологии към националната промишленост. През 2024 г. ИР има признати общо: 8 патента за изобретения и 3 полезни модели. Освен това заявките ни за патенти и модели съставляват 17, което е впечатляващ за Академията и страната резултат. Броят на защитните документи е показателен не само за нашето Отделение по ИКТ, но и за БАН и страната. Този резултат представлява съществен процент от всички защитени за годината

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

изобретения! Достатъчно е да отбележим, че признатите патенти и полезни модели в други структури са значително по-малко.

Факторите за това постижение на Института са няколко. Един от тях е значимото финансиране, което получи Институтът като участник в Националните Центрове за компетентност. С придобитата уникална апаратура нашите изследователи вече осъществяват авангардни, на световно ниво, изследвания, представляващи научни и приложни пробиви. Констатацията е, че всеки фундаментален научен резултат може да бъде доведен до иновационно решение, защитимо с патент за изобретение или полезен модел при условие високо иновативно мислене. В ИР-БАН иновациите винаги са били, са и ще бъдат трансмисията наука – индустрия. Все повече се разширява обхватът на секциите, които имат признати изобретения – патенти и полезни модели, а от друга – има нови изобретателски екипи. В този специфичен вид творчество се включват все повече млади хора.

Доц. Мартин Ралчев беше отличен с националната награда на Фондация Еврика – *Млад изобретател на годината*.



Тази година колегата проф. д-р инж. Август Иванов беше награден и вписан в *Златната книга на българските откриватели и изобретатели*.



Политиката на ИР в областта на иновациите е да се надградят и доразвият научните и научно-приложните резултати така, че да се осъществи функционираща връзка на оригиналните решения на секциите и възможността за трансфер на технологичните решения към бизнеса. Истината за сега е нелицеприятна. Това се отнася практически за цялата страна. По данни на БТПП, от всички признати патенти и модели се използват или внедряват у нас едва около 0.5 %. Не без значение е обстоятелството, че тези патенти принадлежат на чуждестранни фирми, имащи филиали у нас. Както е констатирано в програмата на новия Председател на БАН чл.-кор. Евелина Славчева, част от причините за този проблем е фактът, че промишлениците и новаторите от БАН, а това важи в пълна степен и за ИР, почти не се познават, не се срещат, не обменят идеи, отсъстват наши посещения на място във фирмите, където най-добре се виждат нерешените им проблеми и нашата намеса би била от полза и др. Оставили сме представянето на оригиналните ни разработки на PR отдела на БАН, журналистите и медиите като посредници. Някоя фирма няма да вземе наша иновативна разработка за да я внедри, ако тя не е защитена с патент или полезен модел. Въпреки тези и други нерешени въпроси с внедряването на академичните изобретения в индустрията, към разработки на ИР има проявен интерес от фирми в страната и чужбина – Германия. Изисква се генерално решение на ниво Министерски съвет за патентоване на наши иновации в страните от ЕС и САЩ. Тези процедури изискват непосилно за научните структури и ВУЗ финансиране – средно около 50 000 Евро на патент. Същото се отнася и за Центровете за компетентност.

Внедряването или както сега е прието да се назовава трансферът на технологии е по-вероятно да се случи, ако патентите и полезните модели са съвместни с фирми или предприятия. Тази дейност за ИР и БАН изисква специфична организация, за да се осъществи принадлежната стойност от науката в промишлеността, за да заработи „инфарктната” връзка индустрия – наука. Институтът счита за навременни конкретните предложения в платформата – създаване на сайт, който би могъл да се нарече „Академична борса за иновации”, а може би „Подкрепа на националния бизнес с иновациите на БАН“. В него периодично ще се качват оригинални предложения – защитени или регистрирани вече патенти, полезни модели и оригинални конфигурации от съответните институти с кратка по образец анотация, афилиация на СНЗ и лице/лица за контакти. Този сайт ще бъде популяризиран сред индустриалците. Ако се отиде и по нататък, защо да не предлагаме нашите решения в съответен формат и на бизнеса от страните на ЕС. ИР-БАН счита, че при нас нещата ще бъдат работещи, тъй като няма да има посредници и ще участваме в адаптирането на иновациите за конкретните промишлени приложения. Нов подход е възможността да се организират срещи на нашите учени с представители на бизнеса. Институтът високо оценява инициативата за предоставяне възможност новаторите от Академията да популяризират своите достижения на станалия вече традиционен форум „Наука за

Бизнес”. Той има вече *4 издания* и е място за среща на представители от малките и средните предприятия в страната със СНЗ, в частност с ИР. Ние тази година демонстрирахме 4 значими за практиката разработки 1. Прототип на миниатюрна система за производство на ядрена енергия чрез високо хидростатично налягане; 2. Платформа за регистриране на микро- и наночастици при настъпване на предкритични и критични състояния на язовирни стени. По тази тематика колегата доц. М. Ралчев изнесе презентация пред форума; 3. Демонстрации на широкия спектър от комуникационни възможности на работа с елементи на изкуствен интелект Фурхат. Той е в състояние да копира емоционалното състояние на задаващите му въпроси посетители; 4. Фамилия квадрокоптери с многофункционално приложение. Тези разработки привлякоха много посетители като интересът беше впечатляващ. Също така ИР-БАН представи пред аудиторията резултатите от европейския проект EuroQSI Популярността на събитието „Наука за бизнес-4“ все повече нараства не само в Академията. В бъдеще ние ще разширим участието си с гама патенти за изобретения.

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 2024 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 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

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА**

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 2024 година приходите.....

-От горепосочената сума на БАН Администрация по партида "Развитие" се превеждат 50%.

2. Получените приходи от услуги, такси конкурси и такси докторанти и договори

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЗВЕНОТО ЗА 2024 г. ПРИХОДИ, ДАРЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИ ТРАНСФЕРИ

ПРИХОДИ, ДАРЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИ ТРАНСФЕРИ

1. За 2024 година приходите

От горепосочената сума на БАН Администрация по партида "Развитие" се превеждат 50%.

2. Получените приходи от услуги, конкурси и такси докторанти са в размер, както следва:

-Приходи от докторанти-.....

-Такси конкурси-....

-Договор с

3. Получен трансфер по Проект Euro QCI -.....

4. Получени европейски средства:

проект №В6-

5 Получен трансфер от ОП НОИР окончателно плащане по Център за компетентност Квазар по &63-01 в размер на, Габрово -....., Плевен-....., Национален план за възстановяване -.....

6. Получени трансфери по проекти финансирани от ФНИ

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

-проект №КП-06-Н67/1-...., от тях са предоставени на партньори: ЮЗУ „Неофит Рилски“-.... и УНИБИТ-....

-проект №КП-06-Н87-....

7. Вътрешни трансфери

-ЦИНСО-БАН, ННП Сигурност и отбрана, година 2-.....

-БАН НП стимулиране публикационна дейност -.....

-БАН Администрация-трансфер патенти -....

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 2024г. година капиталовите разходи на ИР- БАН са както следва:

-закупени компютърни конфигурации, принтери, монитори, мултифункционални устройства в размер на -....

-закупени машини и съоръжения-....

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

БЮДЖЕТНА СУБСИДИЯ

След първоначално утвърдената субсидия за 2024 г. в размер на размер на ... е получена до момента с решение на IX Общото събрание на БАН от 18.11.2024 г. корекция към 30.09.2024 г. в увеличение в общ размер от ..., от които ... за увеличаване на възнагражденията на академичния състав и на лицата по чл. 53, ал.1 от Закона за висшето образование на основание ПМС № 273/05.08.2024 г. и ... за увеличаване на размера на стипендиите на редовните докторанти на основание ПМС 293/14.08.2024 г. от 1000 лв. на 1217 лв., считано от 01.04.2024 г. Размерът на субсидията на ИР БАН за 2024 г. възлиза на

Допълнително като трансфери от БАН са предоставени до момента и за привличане на млади изследователи, за изплатени към 30.09.2024 г. обезщетения по чл. 224 от КТ, за такса битови отпадъци и данък върху недвижимо имущество и ... за проведени процедури за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности.

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

8.1. Издаване на Научното списание „Проблеми на техническата кибернетика и роботиката“, издава се на английски език (Scientific Journal „Problems of Engineering Cybernetics and Robotics“) с Print ISSN 2738-73 и Online 2738-7374. ИР-БАН е съиздател на това научно списание, което се издава на английски език в Издателството на БАН „Проф. Марин Дринов“. ИР-БАН е собственик на търговската марка на Заглавието на списанието. Издателската дейност е съвместна с ИИКТ – БАН. През 2024 г. са издадени книжки: V. № 81 с 5 статии и книжка V. № 82 с 3 статии. Списанието се реферира в две от най-големите агенции в света: INSPEC, UK в Европа и в САЩ - ICS, USA. В редколегията от ИР-БАН участват трима учени, а един от тях е зам. главен редактор. В списанието се публикуват рецензирани и селектирани статии в областта на Техническата кибернетика и Роботиката като списанието отговаря на изискванията на международния стандарт Open Access Journal.

8.2. Издаване на Научното списание Complex Control System. Print ISSN 1310-8255 и Online ISSN 2603-4697. През 2024 г. са издадени 2 книжки V. №7 с 10 статии и V. №8 с 15 статии, в които са публикувани избрани доклади от XXV Международна конференция "Роботика и Мехатроника“, проведена на 29 - 30.10.2024 г. в гр. София, България, както и новопостъпили статии. Дейността по издаването на списанието е с финансовата подкрепа на проект № КП-06-Н57/8-16.11.21 на Фонд „Научни изследвания“. Списанието се публикува на Сайта на ИР-БАН като предстои издаването му на книжен носител в Издателството на БАН „Проф. Марин Дринов“. Така ще се подобри четимостта на списанието за Научната общественост в България. Обхватът на списанието е следния: публикуват се оригинални изследвания върху киберфизични системи, роботика, сензорика, мехатроника, взаимодействие човек-робот, социална и педагогическа роботика и свързаните с тях области. Списанието приветства нови идеи и оригинални подходи, включително бъдещи визии и статии с мнения. Публикуват се три вида статии: научни статии, обзорни статии и доклади с позиция. За контакт: complexcontrolsystems@gmail.com.

8.3. Техническата библиотека на 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. Абонаментът на получаваните книги и списания се заплаща от Администрацията на БАН. В библиотеката към края на 2024 г. книжният фонд е от около 66300 тома (информационни единици). Процентното съотношение на справочния фонд спрямо общия е около 7 %. Техническата библиотека има книгоосигуреност от фонда на потенциалните читатели 91%, а от регистрираните читатели – 46%. Логистиката на Техническата библиотека се осъществява изцяло от ИР-БАН.

8.4. ИР-БАН в медиите. През 2024 г. учени от ИР-БАН са с повече от 10 часа ефирно време в електронните мас-медии. Проведени са множество интервюта за достиженията в сензориката и роботиката, за получени персонални награди, като например „Изобретател на годината” и др., по телевизионните предаватели БНТ, ВТВ, TV 7, TV+, БТА, TV Европа, както и в програмите на радиостанциите „Хоризонт“, „Христо Ботев“, „Дарик радио” и др. В същото направление са публикувани и редица статии и интервюта в ежедневници като „24 часа“ и „Труд“, както и в списания с обща насоченост.

8.5 Международна научна конференция „Роботика и Мехатроника“, организирана от ИР-БАН и финансирана от Фонд научни изследвания по проект № КП-06-Н57/8



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

Външни членове:

14. акад. Чавдар Руменин -ИР-БАН
15. акад. Петко Петков –ТУ-София
16. проф. Мая Игнатова-ИР-БАН
17. проф. Иван Чавдаров- СУ „Климент Охридски“ (ИР-БАН)
18. проф. Роман Захариев-ИР-БАН
19. доц. д-р Евгения Господинова-ИР-БАН

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНТО

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>