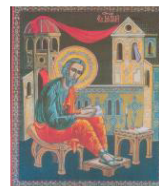




**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА**

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**

2021 ГОДИНА

ДИРЕКТОР:

.....
Доц. Август ИВАНОВ

*София
януари 2022 година*

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ЗВЕНОТО

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. Множеството прототипи на устройства, методи, апарати, системи и т.н., реализирани от нас се основават на научен пробив, довел до конкретна иновация. Дейностите на ИР-БАН са приведени в 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.”, което даде възможността ИР да кандидатства по тези програми и да укрепи своята инфраструктура. Институтът изпълнява задачите в научноизследователския си план, който следва Стратегията на БАН до 2030 г. В този аспект усилията на учените от ИР-БАН са фокусирани върху значими теми и проекти със съществено икономическо въздействие и научно-изследователски резултати, обслужващи обществото и националната индустрия.

Тактическият подход на Института е, че приоритетните и водещите изследвания в областта на роботиката, сензориката и мехатрониката постоянно се развиват и обогатяват 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. Докладът на Международната федерация по роботика за 2021 г. показва рекорд от 3 милиона индустриални работи, работещи във фабрики по целия свят – увеличение от 10%. Продажбите на нови работи са нараснали леко с 0,5% въпреки глобалната пандемия. Тази тенденция е била доминирана от положителното развитие на пазара в Китай, компенсирайки свиването на други пазари. Това е третата най-успешна година в историята на индустриалната роботика, след 2018 и 2017 г.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Продажбите на сервизни работи за професионални услуги са нараснали, обусловено от допълнителното търсене вследствие на глобалната пандемия.

Приоритетните дейности на ИР през 2021 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; 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.

Грижата за опазване на живота и здравето на хората е приоритетна задача на ИР-БАН. Във връзка с тежката епидемиологична обстановка в световен мащаб и в България относно Covid -19, ИР-БАН по своя собствена инициатива допринесе в борбата с вируса. Създаденият от екип на секция „Сензори и измервателни технологии в роботиката и мехатрониката“ - СИТРМ иновативен робот за дезинфекция на подове с ултравиолетови лъчи придоби широка популярност у нас и беше отразен в множество престижни медии. Роботът беше демонстриран на практика в много детски градини, училища и болници. Представители на бизнес организации от страната проявяват интерес към тази значима за опазване на човешкото здраве иновация. Големият интерес към този робот се дължи на доказаната му ефективност, а тя е: осъществяване на автоматизирано биологично почистване на помещения с 99% ефект на обработка. Роботът е приложен за обеззаразяване на инфекциозни болници, включително онкологични клиники; приемни за пациенти; специализирани за лечението на заразени с Covid-19 инфекция; хирургични зали; детски градини, училища, университети, казарми; хотелски комплекси; обществени и производствени сгради; летища; салоните на пътнически самолети; офиси; домове за възрастни хора и всички други помещения и зони, изискващи дезинфекция с

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

гарантирано качество. Техническото решение е защитено с 3 заявки за изобретение.

По официални данни на Министерството на здравеопазването в България сърдечно-съдовите заболявания са водеща причина за заболяемост и смъртност в световен мащаб. Проблемът е особено актуален за нашата страна, като данните сочат, че в България на всеки 3 човека 2 умират от сърдечно-съдови заболявания (миокарден инфаркт, мозъчен инсулт, сърдечна недостатъчност). Установено е и във връзка с пандемията негативното въздействие на COVID-19 върху сърдечно-съдовата система. Грижата за опазване на здравето на пациенти с кардиологични проблеми е главна задача, която е заложена в работата на секция „Медицинска роботика“ - МР на ИР-БАН. Резултатите от нея са свързани със създаване на сензорна система за регистриране и анализ на кардиологични сигнали. Системата позволява синхронно регистриране на електрокардиографски (ЕКГ) и фотоплетизмографски (ФПГ) сигнали за да се получи точна и бърза диагностична информация за кардиологичното състояние на пациента. Регистрирането и анализът на тези два вида сигнали са ключови фактори в неинвазивното изследване и диагностика на сърдечно-съдови заболявания, използвани днес в кардиологията. Синхронното записване на ЕКГ и ФПГ сигнали разширява възможността за комплексна диагностика на сърдечно-съдови заболявания поради взаимната корелация на данните, получени от тях. Методите и средствата, използвани за тази дейност трябва да осигуряват техническа възможност за четене на кардио-информация, за да се изследват необходимите параметри, като в същото време да се предлагат комфортни условия за пациента и лицата, които се грижат за тях. Създадената сензорна система се състои от ЕКГ сензор и два ФПГ сензора, поставени на пръста на ръката и на ушната мида. Получените данни от тези сензори се изпращат към персонален компютър за обработка, включваща получаване на интервални серии, отговарящи на последователните сърдечните удари на сърцето. Получените интервални серии се анализират чрез прилагане на математически методи и се изготвя отчет, съдържащ графична и числова информация. *Практическата значимост на създадената сензорна система се състои в осигуряване на продължително наблюдение и оценка на основни показатели за сърдечната дейност на пациентите.* Създаден е софтуер за автоматичният анализ на кардиологичните сигнали (ЕКГ и ФПГ), който дава възможност да се направи оценка на здравословното състояние на пациентите, като се намалява вероятността от човешка грешка и се осигурява оптимален и сравнително точен резултат.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Фракталните и мултифракталните методи за анализ дават нова представа за динамиката на сърдечната честота в контекста на настъпили физиологични промени при пациенти със сърдечно-съдови заболявания. Информационните свойства на тези методи и тяхното приложение при изследване на фракталните и мултифракталните свойства на интервалите между сърдечните удари на изследваните пациенти показват висока ефективност, оценена посредством статистически методи. Получените резултати могат да бъдат полезни за класификацията на състоянията на ЕКГ и ФПГ сигналите, като ориентир за сравнение на здрави индивиди спрямо индивиди със сърдечно-съдови заболявания. *Високото информационно съдържание на използваните методи отваря нови перспективи за бъдещото им използване при диагностика и прогнозиране на сърдечно-съдови заболявания от гледна точка на прилагането на информационните технологии в областта на неинвазивната кардиология.*

Създаден и анализиран е нов алгоритъм за компютърна симулация на дългосрочни кардиологични данни, които представляват интервалите между сърдечните удари на сърцето. Алгоритъмът използва функции на Гаус и уейвлет трансформация. Получените симулирани времеви серии са сравнени с реални времеви серии, регистрирани с холтерно устройство. Представеният нов алгоритъм е изследван и анализиран с уейвлет базиси на Добеши с различен брой коефициенти. За всички изследвани базиси, представеният алгоритъм показва по-високо бързодействие при симулиране на данните в сравнение с алгоритмите, използващи трансформацията на Фурие за представяне на симулираните данни от честотната във времевата област. *Практическата значимост на представения нов алгоритъм за симулация на дългосрочни кардиологични данни се състои в създаване на база данни с кардиологична информация, която може да се използва за тестване на индивиди с различни сърдечно-съдови заболявания.*

Секция „Медицинска роботика“ участва в разработване на иновативна софтуерна система, която дава възможност на студенти, обучаващи се във висши медицински университети: специалност кардиология, да се запознаят и придобият умения за работа с реални кардиологични записи. Представената система позволява изследване и използване на сърдечни записи, получени с помощта на съвременни неинвазивни технологии за изследвания и процедури – съвременни електрокардиографско оборудване, холтер-мониторингови системи, фотоплетизмографско устройство. Това ще даде възможност на студентите да придобият предишен опит в работата с реални биомедицински записи на пациенти.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Създадени са модели на сериозни образователни игри с приложение в обучението на медицински сестри и студенти по медицина чрез използване на компютърно базирани образователни ресурси, съдържащи видеоматериали, видеопрезентации и дигитализирани учебни ресурси.

Основните приоритети в научната дейност на секция УРМС на ИР-БАН са в областта на управлението на роботизирани и мехатронни системи и колективната роботика и са мотивирани от формирането на направлението на колективната роботика като самостоятелна научна област. Колективът се разглежда като група от автономни (или полуавтономни работи), които споделят общи цели, задачи или ресурси. Формирането на колективи от мобилни работи е важна задача за автономните работи. Особено когато тези колективи се движат автономно без човешки надзор. В резултат на работата са постигнати научно-приложни резултати:

1. Моделиране и симулация на задвижвания на работи предназначени за работа в затворени помещения;
2. Моделиране и симулация на системи за управление на мехатронни устройства;
3. Разработване и съгласуване на планове на автономни работи в колектива за достигане на поставените цели.

През 2021 г. в секция Интерактивна Роботика и Системи за Управление (ИРСУ) продължиха изследванията в областта на киберфизичните системи и интегрирането на роботизираните системи с иновативни сензорни и компютърни технологии. Проектираните Киберфизични системи са с цел педагогическа рехабилитация в специалното образование. Те използват асистивни технологии за подпомагане на педагозите като хуманоидни работи и интелигентни сензори за Мозъчно-Машинен Интерфейс (ММИ) и/или проследяване на погледа. Предложени, разработени и експериментално тествани са психосоциални техники за езиковото развитие при деца с комуникативни нарушения. Предложени са нови протоколи за ММИ, работещи в Интернет на Нещата както и протоколи за интегриране на ММИ с хуманоидни работи. Предложен е нов концептуален модел за дигитална достъпност на образователни системи в уеб среда. Проектирани и разработени бяха готови решения и специализирани бизнес-услуги за малкия и среден бизнес чрез нови роботизирани технологии и 3D принтиране с цел повишаване на добавената стойност на МСП.

Водещият принцип на ИР е, че не съществува фундаментален научен резултат, който да не може да се доведе до инженерно-техническо решение,

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

защитимо с патент за изобретение.

Конкретно през 2021 г. учените от секция „Сензори и измервателни технологии в роботиката и мехатрониката“ - СИТРМ са реализирали интелигентни сензори и изпълнителни устройства с многофункционално предназначение; мултифункционални, интегрирани микро, нано и био системи за целите на сигурността, отбраната, медицината, хранително-вкусовата, фармацевтичната промишленост, екологията и др. За първи път у нас и в регионален мащаб на Балканите е проведен успешен експеримент за предаване и приемане на данни на разстояние 51 км. чрез квантова комуникация. Това начинание бе проведено съвместно с телекомуникационния оператор А1 и учени на ИР-БАН и ИЯИЯЕ. Проведени са и изследвания за създаване на мехатронни и роботизирани системи, роботизирани изпълнителни устройства, сервизни работи и др. за целите на промишлеността, енергетиката, медицината, леката промишленост, екологията и др.

В областта на медицината е проведено изследване на данни от сигнали на електронен сфигмоманометър с цел разработка на технология за оценка състоянието на кардио-артериалната система на човек по допълнителни кръвни параметри от брахиалната артерия. За целта е разработен алгоритъм и програма за филтрация на сигнала от електронния сфигмоманометър, снет по време на измерване на кръвното налягане в мишницата. Резултатите са сравнени със съществуващите алгоритми и приносът се състои в нов рекурентен алгоритъм за филтрация по екстремни точки на графиката на сигнала, който е защитен с публикация на международна конференция. Направена е комплексна оценка на съществуваща гама от електронни сфигмоманометри за измерване на кръвното налягане в мишницата и китката на ръката, при което е установено значителното предимство в точност и надежност на измерване в мишницата. Резултатите са защитени в публикация на международна конференция. Направен е линеен модел на брахиалната артерия, която се оценява по скорост на преходния процес, възникнал в резултат на измерването на кръвното налягане с електронен сфигмоманометър в мишницата. Приносът се състои в алгоритми и програми за оценка на линейния модел на брахиалната артерия и е защитен с публикация на международна конференция, която предстои да бъде отпечатана.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

През 2021 г. учените от секция Секция "Мехатронни био/технологични системи" – МБТС в областта на автоматичното управление на биотехнологични процеси имат следните резултати: Изведен е модел на първичния и вторичен метаболизъм на периодичен процес за производство на нискоалкохолна и безалкохолна бира със свободни клетки изследвайки различни ферментационни режими. Разработена е процедура за оптимална настройка на параметрите на метаевристични алгоритми, като се фокусира върху обещаващи интервали на вариация на стойностите на параметрите и прецизиране на техните диапазони. Предложена е хибридна метаевристика съчетаваща предимствата на два от най-ефективните биологично вдъхновени популационни алгоритми – генетичен (GA) и на изкуствените пчелни семейства (ABC). Направен е обзор на съвременни методи за мониторинг на базата на модели на биотехнологични процеси. Представен е обобщен подход за адаптивен мониторинг в реално време на биотехнологични процеси. Разработен е алгоритъм за адаптивно управление на процес за получаване на глюконова киселина от шам *A. niger*. Дефинирани са изискванията на софтуерната система InSEMCoBio. Изградени са база данни от реалните експериментални данни и модул с кинетични модели в InSEMCoBio.

В областта на безпилотните летателни апарати - БЛА е анализирана и оценена възможността за използване на определени машинно обучителни алгоритми в зависимост от задачата, която трябва да изпълнят БЛА.

За рехабилитация на пациенти е тестван експериментално прототип на активна лакътна ортеза с една степен на свобода и електрическо задвижване. Актуаторът е електрически двигател тип MAXON с вграден микропроцесор, драйвери, енкодер, комуникационен модул и редуктор. Управляващият контролер е съвместим с ARDUINO IDE развойна среда. Параметризирането и супервайзорното управление се осъществяват от персонален компютър. Реализирани са следните основни функции: Задаване на начална позиция на актуатора; Задаване на максимална скорост, съобразно избраните параметри на PID регулатора; Задаване на крайна позиция на актуатора; Задаване на брой флексии/екстензии; Изпълнение на движение съобразно зададените параметри и отчитане на ъгъла в ставата, като за целта е използван енкодера на сервото и са взети предвид преводните отношения в и извън него; Изпълнение на движения по S – крива при предварително зададено време за достигане на позиция и ускорение.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

В областта на управлението на кризи при бедствени ситуации е предложен плъзгащ режим на управление на процеса на пречистване на отпадъчни води с активна утайка при екстремни метеорологични явления.

През 2021 г. в секция "Роботизирани и мехатронни интелигентни системи" - РиМИС" са проведени изследвания на безлопаткови преобразуватели, приложими за извличане на енергия от води с нисък пад. Проектирано е устройство, на което са направени флуидни симулации за оптимизиране. Въз основа тези симулации са изведени стойностите на очакваната енергийна ефективност на устройството. Проектирани са нови прототипи на мобилен крачещ робот "Big-Foot" чиито механични компоненти и части на тялото са изградени чрез технологията за 3-D печат. Всеки от прототипите има създаден софтуер за управление, в който постъпва информация от сензори за дистанция, магнитни енкодери за определяне на позицията и ориентацията на робота, сензори за цвят и тактилни сензори. Комуникацията с роботите е безжична и имат автономно управление. Създаден е 3-D принтиран учебен редувант робот. Разработен е софтуер за управлението му. Определени са зони в работното пространство на робота, за които роботът има различни типове решения на обратната задача на кинематиката. Разработеният софтуер позволява да се заобикалят препятствия в работната зона на робота. Резултатите са публикувани в реферирани и индексирани издания. Проведени са експерименти с робот манипулатор с четири степени на свобода, проектиран за обучение на деца. Структурните елементи и детайли на робота са създадени с помощта на технологията за 3-D печат. Разработена и развита е концепция за организиране управлението на сервизен робот от гледна точка на неговите функционални характеристики, позволяващи му да влиза в контакт с обслужваното лице напълно безопасно чрез разпознаване на гласови команди. Освен това, създадените сервизни роботи имат способността да предават информация на обучаемите не само вербално, но и чрез жестове и действия, извършени от манипулатор за подпомагане на информационния контакт между робота – лектора и учащият се.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Показателен е фактът, че за 2021 г. ИР-БАН има признати тази година **15 патента за изобретения и новоподадени 7 заявки за изобретения патентоприитежателят е ИР-БАН**, което е над 35 % от целия иновативен капацитет на България и продължава да е Националният лидер в тази стратегическа за индустрията и обществото дейност.

От ключово значение за ИР-БАН е работата с ученици и техните учители в областта на роботизираните системи. В този аспект уникална е създадената от Института Робо-Академия, чиято мисия е да открива, насърчава и развива таланта на ученици в областта на роботиката. Благодарение на своите специалисти и наличието на голямо разнообразие от роботизирани системи и 3-D принтери, институтът предоставя висококачествено STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) - обучение на учениците, при което те придобиват практически умения в програмирането и управлението на работи, моделиране и конструиране на работи, включително LEGO – работи. Експерти на Центъра за компетентност КВАЗАР разработиха STEM уроци за технологии в креативните индустрии, които ще се използват в новоизградения STEM Център на 134 СУ „Димчо Дебелянов“ в гр. София. Активна роля за подпомагане развитието на талантливи ученици в областта на роботиката има „Национална лаборатория по роботика и изкуствен интелект“ към ИР-БАН. Нейни иновации са емоционалните работи Бе-Бот и Макси-Бот, поведението на които е с отворен достъп.

Институтът полага грижа и за развитието на учителите чрез своите специализирани курсове в областта на роботика, програмите на които са публикувани на интернет страницата на ИР-БАН. По този начин се допринася за разпространението на роботиката в училищата и в клубовете, полагайки грижа за развитието на талантливите ученици в България. Учените от Институтът по роботика – БАН активно участват в конкурса за млади таланти, организиран от Ученическия институт при БАН.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Р. България 2017 – 2030 както и на Стратегията за развитие на БАН 2018 – 2030 г., 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 2021 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 се активизирани дейностите за участие в Европейските рамкови програми за научни изследвания и технологично развитие. Достойно място в политиката на ИР-БАН за европейска интеграция на научните изследвания и технологии е спечеленият конкурс по програма „Мария Склодовска Кюри” - Обмен на персонал с цел изследвания и иновации“ към „Хоризонт 2020” - “Роботизирани системи за педагогическа рехабилитация в специалното образование”.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Участие на ИР-БАН в проекти финансирани от „Фонд научни изследвания“ (ФНИ)

Институтът по роботика – БАН участва активно в обявените конкурси за научни проекти, които са финансирани от ФНИ. В тази връзка през 2021 г. Институтът по роботика – БАН спечели два проекта финансирани от ФНИ, единият с заглавие: **“Методология за определяне на функционалните параметри на мобилен колаборативен сервизен робот, асистент в здравеопазването”**. Научен ръководител на проекта е доц. **Нина Вълчкова**, а другият по - Национална научна програма “Петър Берон и НИЕ” е с заглавие: **Autonomous Hybrid (Serial-Parallel) Exoskeleton Robot for Rehabilitation of Upper Limb in Stroke-Affected Patients**. Научен ръководител на проекта е проф. **Таньо Танев**

Действащите проекти по които се работи са:

„Дигитална достъпност за хора със специални потребности: методология, концептуални модели и иновативни екосистеми“. Водеща организация в него е “Института по математика и информатика към БАН“, а ИР-БАН е партньор с ръководител доц. **Мая Димитрова**. Мисията на проекта е да се подпомогне достъпа до цифрово мултимедийно съдържание на хора със зрителни затруднения и подпомагане рехабилитацията на деца чрез игрови сценарии с хуманоиден робот - NAO. В резултат от изпълнението на проекта през 2021 година има 3 публикации, едната от които е реферирана в SCOPUS.

“Интерактивна система за обучение по моделиране и управление на биопроцеси” (InSEMCoBio), ръководител проф. д-н **Велислава Любенова**

Глобалната цел на проекта е разработването на система с отворен код за обучение по моделиране и управление на ферментационни процеси. Основните научни цели на проекта са придобиване на фундаментални знания чрез теоретични и експериментални проучвания на метаевристичните подходи; дефиниране на нови хибридни метаевристични алгоритми; разработване на специфични адаптивни алгоритми за управление на ферментационните процеси (ФП) с цел тяхното оптимизиране. Резултатите от изпълнението на поставени цели на проекта ще бъдат включени в софтуерна система, позволяваща достъп до съвременни фундаментални знания за моделиране и управление на биопроцеси. Системата може да се разглежда като инструмент за повишаване на качеството на висшето образование в България чрез трансфер на иновативни научни знания и технологии в университетите.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Научни постижения на проекта през 2021 година.

1. Предложен е подход за съвместна настройка на параметрите на метаевристични алгоритми, както и хибридна метаевристика, съчетаваща предимствата на генетичен алгоритъм и алгоритъм на изкуствените пчелни семейства.
2. Обзор на съвременни методи за мониторинг на базата на модели на биопроцеси, както и предложен подход за техния адаптивен мониторинг в реално време.
3. Предложени са кинетични модели при производство на безалкохолна бира.

Получените резултати за 2021 година са публикувани в пет статии с IF, една със SJR, една реферирана в SCOPUS и една в други издания. Резултатите от проекта са представени на научни форуми с два постера и седем доклада на международни конференции. По време на първи етап на проекта докторант, ас. Анастасия Златкова защити докторската си дисертация.

„Изследване на приложението на нови математически методи за анализ на кардиологични данни“, ръководител доц. Евгения Господинова

Основната цел на проекта е в резултат на задълбочено проучване и класифициране на световните достижения по проблематиката, свързана с изследвания за анализ на явлението вариабилността на сърдечната честота (ВСЧ), отчитащ разликата между последователните удари на сърцето. ВСЧ е широко използван неинвазивен метод за анализ на функционирането на сърцето, тъй като чрез него се определят много аспекти на сърдечната дейност.

Резултатите от изследванията по проекта за 2021 година са публикувани в престижни медицински списания, от които индексирани в Scopus са: 5 броя, от които 3 са с SJR ранг. Цитирания: 35 броя.

Цялостната публикационна дейност и научни резултати по проекта може да се намери на следния адрес: <https://www.cardiomath.org/bg>

През 2021 г. успешно приключи изпълнението на проект „Изследване и моделиране на нови работи чрез нетрадиционни технологии и материали“, ръководител доц. Иван Чавдаров.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Участие на ИР-БАН в Националните центрове за компетентност

Институтът по роботика - БАН участва в **три** Национални центрове 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 - партньор;**

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

Тези резултати са впечатляващи. Общото икономическо въздействие на тези Центрове възлиза на повече от 40 000 000 лв., което е безпрецедентно за БАН. В тази връзка изключително важна роля за националната сигурност и защита на данните с класифицирана информация има центърът “Квантова комуникация, интелигентни системи за сигурност и управление на риска (QUASAR)” към ИР-БАН. Центърът разполага със специализирано оборудване, което включва: цялостна отворена платформа за разработка, внедряване и обучение на високоскоростна система за квантово споделяне на секретни ключове, квантов генератор на случайни числа, криптиращо устройство и комуникатори.

През 2021 г. QUASAR съвместно с оператора А1 и ИЯИЯЕ **за първи път у нас и на Балканите** са предадени криптирани (кодирани) данни на 51 километра разстояние чрез използване на 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, контртероризмът и др. Всички имат интерес от надеждно съхраняване на данните. Предстои мултиплицирането на този резултат в крупни мащаби.

Създаденият от учените на ИР-БАН в центъра - QUASAR уникален автономен робот за дезинфекция на подове с ултравиолетови лъчи, които унищожават патогенните микроорганизми, включително и Covid-19 беше отразен от множество престижни медии в страната и демонстриран на практика.

Активна роля за подпомагане и развитие на STEM обучението за ученици имат учените на Центъра за компетентност - QUASAR. В новоизградения STEM център по природни науки в СУ „Д-р Петър Берон“, гр. Костинброд младите учени от Центъра за компетентност QUASAR,

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

които безвъзмездно участват в инициативата „Науката в подкрепа на училищното образование“, имат основен принос към обучението на учениците от 10-и до 12-и клас с подготовките от тях уроци. Те са насочени към роботиката, изкуствения интелект и тяхната роля в съвременния свят и в професиите на 21-ви век. Друга основна цел на екипа на QUASAR ще бъде осъществяване на връзката между учениците и различни университети, научни организации и експерти от технологичната индустрия, които да насърчат учениците да изберат в бъдеще специалности с инженерна, математическа и технологична насоченост.

Учените на Центъра за компетентност QUASAR разработиха STEM уроци за технологии в креативните индустрии, които ще се използват в новоизградения STEM Център на 134 СУ „Димчо Дебелянов“ в гр. София.

Една от основните задачи на STEM центъра ще бъде въвеждането на комбинация от иновативни учебни сценарии, реализирани чрез гъвкавите дигитални технологии и добри международни практики. Именно тук се включиха експертите на QUASAR, които разработиха за педагогическия състав на 134 СУ набор от интегрирани STEM уроци, включващи модули като „Туроператор на бъдещето“, „Гид с машина времето“, „Математическа и компютърна лингвистика в креативните индустрии“ и много други. По този начин учениците ще могат да усвоява знания в природните и инженерни науки по нов и изключително интересен за тях начин- чрез експерименти, интерактивни упражнения и проектно-базирано обучение. Сред официалните гости на събитието бяха г-жа Ваня Кастрева, началник на Регионално управление на образованието гр. София, г-жа Наталия Михалевска- Директор на Дирекция „Образование на българите зад граница и училищна мрежа“, посланика на Израел, г-н Йорам Елрон, както и г-жа Весела Палдъмова- директор на 134 СУ „Димчо Дебелянов. Екипът на QUASAR беше представен от Директорът на Института по роботика при БАН доц. Август Иванов, и доц. Климент Найденов- декан на Геолого-географския факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

По случай третият рожден ден на Центъра за компетентност „QUASAR” отбелязан на 28 юли бе проведен семинар на тема: „Пробивни технологии: От научните изследвания до пазара”. Екипът на Офиса за технологичен трансфер „Квазар” представи стратегията за пазарна реализация на четири продукта, разработени от центъра за компетентност, както и ролята на науката и иновациите при възстановяването от пандемията. Участниците във форума бяха запознати от доц. Лъчезар Георгиев – ръководител на научния екип на Квазар, с инициативата EuroQCI и възможностите за реализиране на проекти с бизнеса. Специален гост на събитието беше заместник-министърът на образованието и науката проф. д-р Нели Косева, която очерта стъпките и перспективите за бъдещото устойчиво развитие на Центровете за компетентност и тези за върхови постижения.

На официална церемония на 16.11.2021 г., Министърът на образованието и науката акад. Николай Денков откри Международния изследователски лабораторен комплекс на QUASAR заедно с акад. Чавдар Руменин и доц. Август Иванов. В своето изказване министър Денков определи новия лабораторен комплекс като ключов, не само за Центъра за компетентност, но и за Института по роботика, който отбелязва 22 години от своето създаване.

Високо ценено е експертното мнение на учени от Центъра за компетентност – QUASAR в областта на управлението на риска. В тази връзка акад. Чавдар Руменин даде предложение за овладяване на бедствената ситуация с заседналия товарен кораб „Вера Су“ в района на Камен бряг. Екип по управление на риска от Центъра се включи в координационния щаб на българските власти, ръководещ спасителната акция по изтегляне на заседналия кораб. Екипът на QUASAR се ръководи от проф. Мирослав Цветков от Висшето военноморско училище в гр. Варна, който отговаря за управлението на риска при бедствия и аварии. Експертите на Центъра осъществяват наблюдение и заснемане на кораба с безпилотни летателни апарати, което осигурява на Щаба да проследява в реално време състоянието на плавателния съд, включително евентуално изтичане на торове в морската акватория.

Значителен принос за високите научни постижения на QUASAR в областта на отбраната и националната сигурност имат лабораториите за „Безпилотни роботизирани системи“ и „Национална лаборатория по роботика и изкуствен интелект“ към ИР-БАН. Учените в тях създават иновативни безпилотни роботизирани системи с автономно програмно управление, използващи елементи на изкуствен интелект. Високотехнологичните камери с които са екипирани, позволяват да се откриват и проследяват цели, които представляват заплаха за националната

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

сигурност. През 2021 г. са реализирани нови безпилотни летателни роботизирани системи с повишена продължителност на полета и повишена товароносимост.

С участието в „Центъра за компетентност по персонализирана медицина, 3Д и телемедицина, роботизирана и минималноинвазивна хирургия“ ИР-БАН закупи роботизирана платформа-тренажор за лапароскопски процедури и друго специализирано оборудване, което ще даде възможност за обучение на специалисти и търсене на иновативни решения в областта на медицинската роботика. Създаден е иновативен метод за отстраняване на тумори в детеродните органи.

Институтът по роботика – БАН участва в центъра за компетентност "Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии". Със средствата по проекта е създадена и оборудвана модерна лаборатория по „Роботика и Мехатроника“, 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. С хуманоидните мобилни роботи са провеждани изследвания в областта на интерактивната роботика и управлението на роботи чрез предаване и обработка на биосигнали от мозъчната активност на човек. Модерните 3-D принтери, които работят с висока прецизност се използват за отпечатване на детайли, служещи за конструиране на уникални прототипи на мобилни и редувантни роботи, за които има подадени заявки за патент. Проведени са изпитания с различни програмни алгоритми за управление на колаборативен робот PANDA. Проучвани и тествани са безконтактни устройства за проследяване на погледа.

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА**

Участие на ИР-БАН в трансфера на патентовани технологии във фирми

Приоритет на ИР-БАН е трансферът на защитените с патенти технологии в националната индустрия. Към Института стана практика да се обръщат български фирми за решаване на техни конкретни проблеми на основата на наши изобретения. След анализ на конкретния случай и т.н. “мозъчна атака” на технологичния проблем, екип от изобретатели на ИР предлага най-целесъобразното инженерно решение, в което е интегриран наш патент или патенти. Ето списъкът на фирмите, на които сме предоставили патентовани решения и съвместните теми, по които работим:

Наименование на продукта	Организация-ползувател	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

Ръководството счита, че този подход в конкретните условия е ефективен като патентованите решения на ИР-БАН реално действат и подпомагат индустриалните фирми.

1.2. Полза / ефект за обществото от извършените дейности.

Институтът по роботика при БАН като водеща национална научна институция, интегрирана в Европейското изследователско пространство и през 2021 г. продължава да провежда комплексни фундаментални и инженерни изследвания, доведени до иновационни технологии и изобретения. 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. В полза на обществото ИР-БАН разработи уникален робот за дезинфекция чрез UV-излъчвател ефективен при борба с Covid -19. Също така ние консултираме държавни и неправителствени организации, фирми и предприятия в тези авангардни области на науката и технологиите. Особено успешно за Института е разпространяването на знания и умения по роботика, сензорика и мехатроника в средните училища чрез основаната от нас *Робо-Академия* за обучение и развитие на млади таланти. ИР-БАН активно участва в ежегодната организация на Националната „Програма за квалификация на педагозите – инженери и IT 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 2021 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.

- 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. В тази връзка двама докторанти на института успешно защитиха дисертационните си трудове.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

- 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.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

1.3. Взаимоотношения с други институции

ИР-БАН през 2021 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. Учен от ИР-БАН е Председател на Регионалната секция на НТС във В. Търново. Изнесени са от наши учени 5 лекции по актуални проблеми на сензориката, роботиката и телемедицината в рамките на РАЦ в Плевен, Пловдив и Русе.

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.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Издаелство на БАН. ИР-БАН сътрудничи активно в работата на Издаелството на БАН със своите рецензии на проекто статии за публикуване в списанията и научните поредици, издавани от издаелството. 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”.

Медицински Университет – Плевен, Технически Университет, София, ТУ-Габрово и Софийски университет „Св.Климент Охридски”, Факултет по математика и информатика. През 2021 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.

1.4. Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата.

1.4.1. 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 2021 г. чрез дейността на учените от ИР-БАН се подпомагат активно редица държавни институции, като например:

Органите за местно самоуправление. Учените от ИР-БАН са подпомогнали с практически и консултантски дейности и експертизи, свързани с преодоляването на екологични и инфраструктурни проблеми органите за местно самоуправление в редица селища, като Хитрино, В. Търново, Пловдив, Кюстендил, Малко Търново и др. Например, наш учен участва в изясняването на основните причини за катастрофалното бедствие в Хитрино, а други трима чрез експертизи подпомогнаха Прокуратурата във вземане на компетентно решение по сложни казуси.

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 2021 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.

1.4.2. 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).

Програма „Мария Склодовска Кюри” - „Обмен на персонал с цел изследвания и иновации“ - към „Хоризонт 2020”: H2020-MSCA-RISE-2017: Research and Innovation Staff Exchange, координатор - доц. Мая Димитрова.

Резултати: Нови методи за анализ, моделиране, синтез и внедряване на киберфизични системи в специалното образование чрез интердисциплинарни изследвания на интерфейса управляващ компютър за целите на роботиката, когнитивната биометрия и изкуствения интелект в хуманоидни и нехуманоидни платформи. Чрез проекта CybSPEED се реализират множество сценарии на взаимодействието човек-робот, включващи игри, педагогически задачи и сценично поведение, в които деца и възрастни развиват способности, които в стандартни ситуации са проблем за тях. Комплексните изследвания се провеждат в интердисциплинарна и интер-секторна мрежа от организации от България, Испания, Франция, Гърция, Чили, Мароко и Япония.

**2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ
ПРЕЗ 2021 г.**

2.1. Научно постижение на ИР-БАН

Постижения на секция „Медицинска роботика“ за 2021 година

Научно постижение: *Алгоритъм за компютърна симулация на дългосрочни кардиологични данни*

В областта на медицинската роботика е реализиран нов алгоритъм за компютърна симулация на дългосрочни кардиологични данни, включващи интервалите между сърдечните удари на сърцето. За целта са използвани функции на Гаус за представяне на симулираната последователност от честотата на ударите във времевата зона. Използван е също алгоритъм на Добеши с различен брой нормиращи коефициенти. Получените времеви серии са сравнени с реални данни, регистрирани с холтерно устройство. Представеният нов самообучаващ се алгоритъм е изследван за бързодействие, което е предимство при симулиране на кардиологични серии, използващи трансформацията на Фурие. Практическата значимост на новото решение за симулация на дългосрочни кардиологични данни се състои в събиране на кардиологична информация, която е за тестване на пациенти с различни сърдечно-съдови заболявания, включително и такива след прекаран COVID-19. Резултатите са представени на международната конференция CompSysTech'21, индексирани в Scopus и е със SJR ранг.
Автор: доц. д-р Галя Георгиева-Цанева

2.2. Научно-приложно постижение на ИР-БАН

В областта на кибер-физичните системи експериментално е създаден и тестван прототип на електрическо задвижване за активна лакътна ортеза с една степен на свобода. Актуаторът е двигател тип MAXON с вграден микропроцесор, драйвери, енкодер, комуникационен модул и редуктор (фиг. 2. а), което допринася за повишаване на функционалните възможности на системата. Контролерът в управляващия модул е съвместим с ARDUINO IDE развойна среда като параметризирането и супервайзорното управление се осъществяват от персонален компютър. Постигнати са следните основни функции, свързани с широка гама от приложения:

Задаване на начална и крайна позиция на актуатора; максимална скорост, съобразно избраните параметри на PID регулатора; брой цикли флексия/екстензия и други.

Изпълнение на движението съобразно зададени параметри с отчитане ъгъла в ставата чрез използване на енкодера на сервото и преводните отношения; разширяване възможностите на движение на ставата по S – крива при предварително зададени време за достигане на позиция и ускорение (фиг. 2. б); софтуерно ограничаване на момента с цел безопасна работа и други.

Разработката е защитена с една заявка за патент и три публикации в реферирани издания.

Ръководител: доц. д-р Емил Петров

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА**

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“;

3.2. Проекти, финансирани от *Оперативна програма „Развитие на човешкият*

***ресурси*” на ЕС:**

- Програма ЕРАЗЪМ – 11 договора, подписани до 2022 г., в рамките на които са реализирани двустранни мобилности.

3.3. Проекти по програмата на ЕК H2020

- Проект по Програма за сътрудничество INTERREG V-A Гърция – България” 2014-2020: „GR-BG BUSINESS PASSPORT“, Договор № В6.3а.07/13.04.2021.
- Проект H2020 №777720, CybSPEED : Cyber Physical Systems for Pedagogical Rehabilitation in Special Education Marie Skłodowska-Curie – RISE;

3.4. Програма COST - European Cooperation in Science and Technology

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

3.5. Визити на чуждестранни учени в ИР - БАН

- В рамките на програма ЕРАЗЪМ в ИР-БАН са реализирани: 1 визита на учен от Испания.

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

- ЕРАЗЪМ визити - 1 визити в Хърватия, 4 визити в Румъния, 1 визита в Гърция

4. УЧАСТИЕ НА ИР-БАН В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

През 2021 г. в Института по роботика се обучават единадесет докторанта, от които десет са задочни, а един редовен. През годината двама докторанти придобиха научно-образователната степен „Доктор“. Един докторант успешно премина предварителна защита и е в процедура по защита на дисертационния си труд. Отчетите на всички докторанти бяха разгледани, обсъдени и приети на Научен съвет, проведен дистанционно.

Ръководството на ИР продължава да търси стойностни млади специалисти и да полага специални грижи, включително и материално стимулиране чрез външни проекти за тези от тях, които демонстрират творчески потенциал, както и желание и възможности за научно-изследователска работа. За подобряване на кадровото състояние на ИР, двама докторанти, отчислени с право на защита, работят като специалисти в Института. Дватама докторанти, защитили през 2021 г. работят като главни асистенти.

През последните години ИР-БАН полага особени грижи към стимулиране към научно творчество на талантиливи ученици. За съжаление, поради продължилата епидемиологична обстановка във връзка с предизвикателството COVID-19, дейностите по създадената от ИР уникална за страната РобоАкадемия (проект, продължен от ЦУ на БАН в рамките на РобоАкадемия 2), която популяризира и разпространява знания и опит в областта на роботиката, мехатрониката и сензориката в училищата, са временно намалена интензивност по отношение на обучението на ученици. Следва да се отбележи участието на ИР 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 Лектората на БАН

Продължават активностите по Лекторските курсове за докторанти към ЦО – БАН. Курсове за докторанти на БАН към Центъра за обучение – БАН по Web Design, CorelDRAW, Photoshop, MATLAB, др. са водени от гл. ас. Георги Георгиев.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Сътрудничество с Университети

Въпреки създадите се обективни затруднения, през 2021 г. продължи сътрудничеството с висши учебни заведения и университетите. 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 САD 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.

Програма Еразъм +

В рамките на програма ЕРАЗЪМ в ИР-БАН са реализирани 4 визити на учени и специалисти от Института в Университета на Крайова, Румъния, една – в Университета на Сплит, Хърватия и една - в International Hellenic University, клон Кавала, Гърция. Един докторант от ИР в момента осъществява обмен за един семестър с цел обучение по програма Еразъм+ в Университета на Барселона, Испания.

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;

Иновационната и изобретателската дейност са ключовият приоритет на ИР-БАН предвид тематичната инженерна насоченост на института. Тя е следствие от изпълнението на конкурсни международни и национални научни, научно-приложни и инженерно-внедрителски проекти и програми, включително и такива, възложени от отделни фирми и институции в рамките на Оперативните програми на ЕС. Концепцията на института е, че иновациите са свързани с изобретателски платформи като всяка друга интерпретация negliжира този уникален творчески актив на БАН. В част от ВУЗ-овете за съжаление под иновация дори се разбира нововъведение или старото наименование – рационализация. На всички признати тази година **15 патента за изобретения и новоподадени 7 заявки за изобретения патентоприносителят е ИР-БАН**. И през 2021 г. стриктно се спазват 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 серийно производство и/или решаване на конкретни технологични проблеми. Нашите защитени патенти за изобретения се оценяват от нарочна комисия и се завеждат в баланса 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 ведомства. Ръководството на Института счита, че в конкретните условия на сериозна стагнация на индустриалния сектор от Ковид-пандемията, осъществяваните контакти с фирми е ефективният способ за подкрепа на държавата и икономиката ни. Така със съществена част от иновативните разработки на ИР-БАН се запознават от индустрията за формиране на комерсиален интерес.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Съвместната дългогодишна партньорска и иновационна дейност на ИР с ресорните институти на БАН: И-т по Металознание, ИФТТ, ИМИ, ИЯИЯЕ, ИИКТ както МУ-Плевен и ТУ-Габрово доведе до спечелване и вече функциониране на **три Национални Центъра за Компетентност** с твърде крупно общо финансиране – над 65 000 000 лв. На единия от тях - **ЦК QUASAR** ИР-БАН е водещата организация с общо 8 партньора. Политиката на ИР-БАН по отношение на ЦК до момента, в който държавата не даде ясни и непротиворечиви правилници или законодателни промени за техния статут Центровете, в които Институтите на БАН са бенефициенти ще функционират като част от звената на БАН. Ето няколко примера за постигнати иновации за 2021 г. в **ЦК QUASAR**: ИР-БАН с участието на ИМеТ и ИЯИЯЕ направихме крупни пробиви в областта на **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, ядрената енергетика, подземната инфраструктура, контратероризма, сигурността и др.; **2. Квантовата комуникация**: Впечатляващ резултат с приложимост в банковото дело, здравеопазването, контратероризма, сигурността и др. е осъществено в България и на Балканите предаване на криптирани данни чрез фотони на разстояние от 51 км.

В рамките на ЦК „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии” екипът от ИР-БАН е реализирал оригинална платформа за връзка между виртуална и реална среда (в частност виртуален и реален робот) съобразно концепцията Industry 4.0. Конструирано е устройство за снемане на ЕЕГ сигнали и проследяване движенията на очите, разработки с многостранна приложимост в образованието на деца със специфични потребности.

Съвместно с МУ-Плевен в ЦК „Персонализирана медицина, 3D телемедицина, роботизирана и минимално инвазивна хирургия” е създадена уникална в роботизираната хирургия лапароскопска система за целите на гинекологията. Тя заменя предизвикващия дискмофорт и болки при хирургичните интервенции въглероден диоксид с инертния и не влизащ в никакви реакции газообразен хелий. Технологиата е заявена за патентоване и е докладвана от акад. Г. Горчев в Европейския панел по социално здраве.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

През 2021 година иновационната активност на ИР-БАН беше подчинена преди всичко на най-важната мисия на обществото и държавата – борбата с Covid-19. Беше надграден и усъвършенстван нашия специализиран робот за дезинфекция на подове с ултравиолетови лъчи без аналог в световната практика. Вече е налице UV-C модул, лесно интегрируем с разпространените роботи-прахосмукачки с елементи на изкуствен интелкт. Разработката е приложима за автоматизирано биологично почистване на помещения, заразени с многорезистентни бактерии, супербактерии и вируси, и най-вече Covid-19. Предимствата на новия робот са: със съдействието на Института “Луи Пастър” е доказан ефект на обработка 99 % без озониране и течни химикали. Също така е максимално опростена конструкция, не се налага използване на предпазни очила или напускане на помещенията в процеса на ултравиолетовата радиация, редуцирано ниво на шум, необичайно висок времеви ресурс повече от 4 часа на непрекъсната работа, ограничен контакт на медиците на първа линия със зоната на зараза и др. При необходимост върху горната част на системата може да се монтира панел за разнасяне на лекарствени форми на пациенти с Covid-19, управлявана дистанционно. Роботът е приложим за обеззаразяване на детски градини, училища и университети; инфекциозни болници; приемни за пациенти; хирургични зали; хотелски комплекси; летища и салоните на пътнически самолети; домове за възрастни хора и всички други помещения и зони, изискващи дезинфекция с гарантирано качество. Системата е апробирана в реална среда в 52 ОУ „Цанко Церковски”, Бояна и клиника „Света Марина” в Плевен.

Иновациите, получени в ИР-БАН и ЦК „QUASAR” бяха докладвани на Събранието на академиците и член-кореспондентите на 24.06.2021 г. и 25.11.2021 г. Ние избрахме за представяне нестандартна форма - Научна пиеса в 4 действия: **Иновации в технологиите – от невидимото и невъзможното до бъдещето днес**. Тя премина под мотото *„Няма невъзможни неща. Изключение е това, което нашето съзнание го направи да е такова”*.

Темпът на генериране на изобретения през последните 7-8 години в ИР е стабилен. И за 2021 г. по заявени и признати изобретения **ИР лидира в БАН и страната** като нашият принос по предварителни данни на ЕЦИ-БАН съставлява около 40 % от иновационния потенциал на България.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

Трябва да отбележим грижите, които се полагат от ИР към способните и талантивите ученици по проекта „Робо-Академия 2”. В рамките на Ученическия институт при БАН, създаден и ръководен от акад. Петър Кендеров, от шест години в ИР функционира Робо-Академия - уникална в България структура. В нея средношколци при съдействие от екипа на доц. Иван Чавдаров се обучават на иновативни подходи в областта на роботиката и изкуствения интелект. Тази година също има участие на ИР в конкурса за младите дарования. 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.

Предвид капацитета и опита им в областта на изобретателската и иновационната дейност, проф. д-р Сия Лозанова и акад. Чавдар Руменин бяха включени от ОС на БАН и САЧК в екипа, който да разработи актуален Правилник за закрила и управление на обектите на интелектуална собственост в БАН. Работата на тази комисия приключи успешно и ОС прие рамков Правилник, подлежащ на конкретизиране от институтите. Двамата изобретатели предлагат на БАН да се създаде т.н. *„Сайт на иновациите – бъдещето днес”*. На него да се качват кратки, достатъчно ефективни анотации за приложимостта на патенти и полезни модели на учените и специалистите от ресорните институти на БАН с данни за контакт. Същевременно на същия сайт фирми и предприятия да могат в определена форма да качват своите конкретни искания за иновации и възникнали проблеми за решаване. Така двете страни ще „говорат на един и същ език” и ще контактуват при конкретни технически задачи.

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА**

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 2021 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
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

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА**

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ

За 2021 година приходите от наеми в ИР-БАН са в размер 130 139 лв..Начислените суми по наематели са както следва:

- 1.Тесма-1 ЕООД-1901лв
- 2.НИМХ-91 707 лв.
- 3.Фондация ЕАП-Пловдив-7766лв.
- 4.Петрова смет.ЕООД-2746лв.
- 5.Макс Билд Груп ЕООД-2746лв.
- 6.Явор Милушев -3390лв.

От получените суми от наеми на БАН Администрация, на база тристранни договори,са преведени 62 347лв. в Партида "Развитие".

За 2021г. начислените приходи от такси докторанти са в размер на 2350лв..

Съгласно действащото данъчно законодателство на приходите от стопанска дейност е начислен и данък върху приходите.

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО И РОБОТИКА

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ЗВЕНОТО ЗА 2021 г. ПРИХОДИ, ДАРЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИ ТРАНСФЕРИ

За 2021 година приходите от наеми на ИР-БАН са в размер 130 139лв. лв., за от следните наематели:

- Тесма-1ЕООД
- Фондация ЕАП-Пловдив
- НИМХ
- Петрова смет.ЕООД
- Макс Билд Груп ЕООД
- Явор Милушев

От горепосочената сума на БАН Администрация по партия "Развитие са преведени 62 347лв..

Получените приходи от услуги са в размер на от 2350лв. такси докторанти

Получен трансфер от МФ чрез БАН Администрация по ДДС№6 в размер на 942 345лв..

Получени вътрешни трансфери от БАН, през &61-09

- Проект млади учени -22 500 лв.
- ФНИ КП -06-Н42/4-18 500 лв.

Получени трансфери по проекти финансирани от ФНИ

- проект №КП-06-Н57/8- 110 000 лв.
- проект №КП-06-ДБ/4 ЦС П.Берон - 120 000 лв.

Получени европейски средства:

- проект №В6- За.07- 23 423лв..

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО И РОБОТИКА

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 2021г. година капиталовите разходи на ИР- БАН са както следва:

-закупени компютърни конфигурации, принтери, монитори, мултифункционални устройства в размер на -10 774 лв.

-закупени машини и съоръжения-43 050 лв.

-закупен стопански инвентар-25 266 лв.

-закупени програмни продукти-75 978 лв.

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

БЮДЖЕТНА СУБСИДИЯ

Бюджетната субсидия на ИР- БАН за 2021година е в размер на 1 919 883лв..

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 и засега не на хартиен носител като се публикува на сайта на Института по роботика www.IR-BAS. През изтеклата година е публикувана поредната книжка със селектирани и рецензирани статии в областта на роботиката. Изданието е подпомогнато финансово от Европейския проект SubSPEED, № 777720 H2020-MSCA-RISE-2017 и проект по Фонд „Научни изсреднения“ в България, „Дигитална достъпност за хора със специални потребности“, № КР-06-N42/4. В перспектива 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. Тази дейност е съвместна с ИИКТ – БАН. През 2021 г. са издадени три книжки № 75, 76 и 77. Трябва да се отбележи, че списанието се реферира от две от най-големите агенции в света INSPEC, UK в Европа и ICS, USA. Неговата редколегия 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.

Заедно с това учен от ИР-БАН е член на редколегията на „Списание на Българската академия на науките“ и списание „Техносфера“, 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 световноизвестното 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 "Луциан 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

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ ИНСТИТУТ ПО СИСТЕМНО ИНЖЕНЕРСТВО И РОБОТИКА

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 2021 г. книжният фонд е от около 58254 тома (информационни единици). Справочният фонд през 2021 г. наброява 4070 тома. Процентното съотношение на справочния фонд спрямо общия е около 7 %.

8.3. ИР в медиите.

През 2021 г. учени от ИР-БАН са със значително участие в електронните мас-медии като са реализирани множество интервюта за достиженията в сензориката и роботиката включително с участието на антропоидни роботи. Дадени са повече от 20 интервюта за достиженията на ИР-БАН в сензориката и роботиката, като например в телеканалите на 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 07.11.2018 г. от Общото събрание на ИР. Съставът е следният:

1. Доц. д-р Август Иванов – Директор на ИР-БАН
2. Акад. Чавдар Руменин
3. Проф. д-р Сия Лозанова - ИР-БАН
4. Проф. д-р Васил Тренев – Председател на научния съвет на ИР-БАН
5. Проф. д-р Роман Захариев - ИР-БАН
6. Проф. д-р Таньо Танев - ИР-БАН
7. Проф. д-р Анна Лекова - ИР-БАН
8. Проф. д-р Велислава Любенова - ИР-БАН
9. Доц. д-р Снежанка Костова - ИР-БАН
10. Доц. д-р Мая Димитрова - ИР-БАН
11. Доц. д-р Пламен Райков - ИР-БАН – Секретар на научния съвет на ИР-БАН
12. Доц. д-р Евгения Господинова – ИР-БАН
13. Доц. д-р Венцеслав Шопов - ИР-БАН
14. Доц. д-р Александър Кръстев – ИР-БАН

Външни членове:

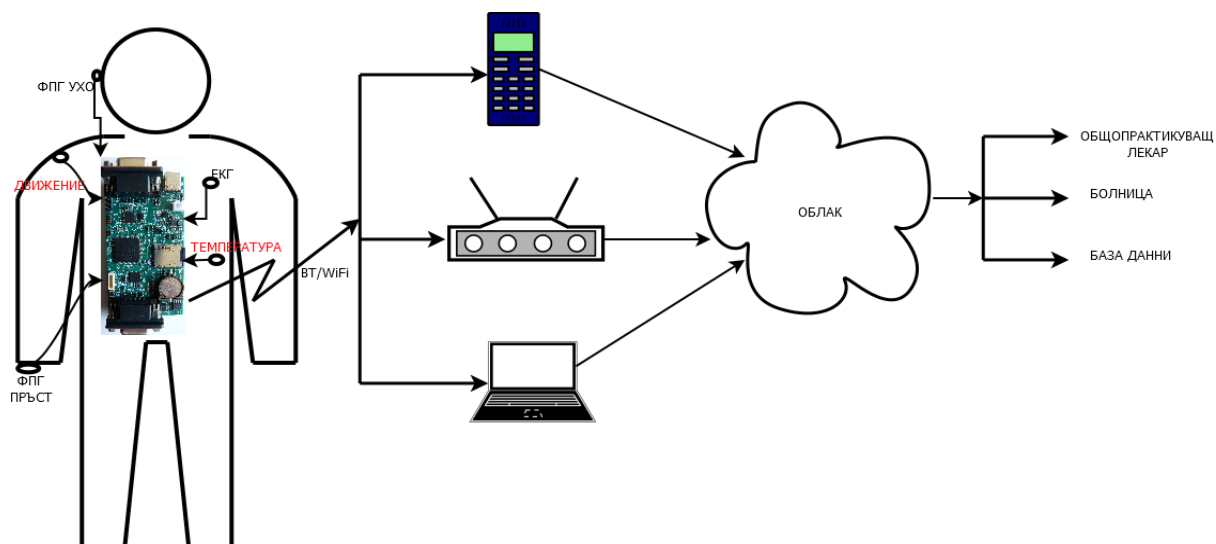
15. Чл. – кор. Петко Петков
16. Проф. д-р Даниела Борисова
17. Проф. д-р Мая Игнатова
18. Доц. д-р Иван Чавдаров
19. Проф. д-р Димчо Чакърски

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>

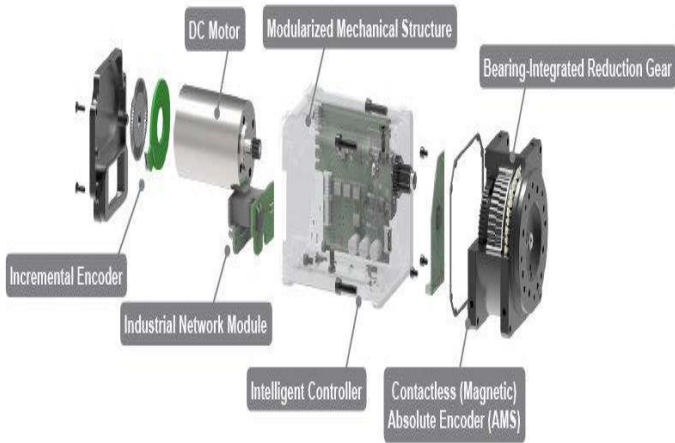
11. ПРИЛОЖЕНИЯ

Научно постижение на ИР-БАН

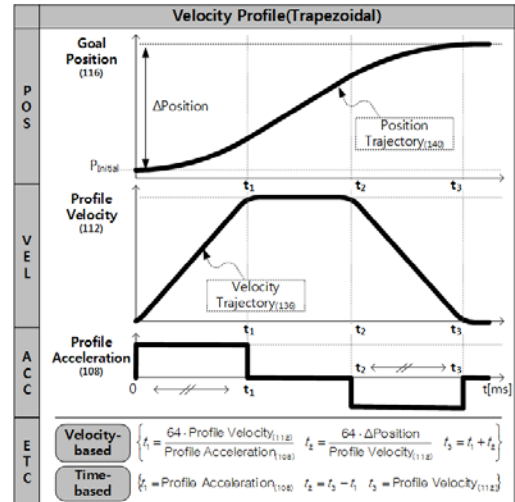


ФИГ. 1 Сензорна система за регистриране на кардиологични сигнали

Научно-приложно постижение на ИР-БАН



a)



б)

ФИГ. 2 Актуатор за управление на роботизирана лакътна ортеза