

**1. НАИМЕНОВАНИЕ НА ПРОЕКТА:
ТЕХНОЛОГИЧЕН SMART ЛАБОРАТОРЕН ЦЕНТЪР ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ
НА РОБОТИЗИРАНИ СИСТЕМИ В ХВП**

РЪКОВОДИТЕЛ: ГЛ. АС. Д-Р НИКОЛАЙ ГЕОРГИЕВ КОМИТОВ

КАТЕДРА: ЕЛЕКТРОТЕХНИКА, ЕЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА

ФАКУЛТЕТ: ТЕХНИЧЕСКИ

**2. ПРИОРИТЕТНО ТЕМАТИЧНО НАУЧНО НАПРАВЛЕНИЕ:
ТЕХНИКА И СЪВРЕМЕННИ МЕХАТРОНИ, ЕНЕРГИЙНО ЕФЕКТИВНИ
И КОМПЮТЪРНИ ТЕХНОЛОГИИ В ХВП**

3. СЪЩНОСТ И ЦЕЛИ НА ПРОЕКТА

Проектът има за цел изграждането на високотехнологична лабораторна инфраструктура, предназначена за интердисциплинарна подготовка и научни изследвания в областта на роботиката, Интернет на нещата (IoT), 3D прототипиране и интелигентните производствени системи. Основната цел е създаване на интегрирана технологична среда за развитие на компетентности и иновации в съответствие с концепцията за Индустрия 4.0 и прехода към Индустрия 5.0, насочена към устойчивост, персонализация и взаимодействие между човек и интелигентна технология.

Проектът предвижда дооборудване на две съществуващи лабораторни зали със съвременни роботизирани системи, смарт сензори, адитивни технологии и наличен лицензиран специализиран софтуер МАТЛАБ и СИМУЛИНК, като допълнително ще се закупят пакети като Robotics toolbox. Планирано е интегриране на нови мобилни работни станции, които позволяват дистанционно управление на работи, провеждането на симулации в реално време и анализ на изображения чрез вградени системи за цифрова обработка на сигнали и платформи като Jetson Nano и Raspberry Pi.

Конкретните задачи включват:

- изграждане на функционираща учебно-изследователска инфраструктура в две ключови зали за УХТ;
- внедряване на нови съвместими хардуерни и софтуерни компоненти за симулации, обучение и експерименти;
- разработване на демонстрационни и научно-приложни сценарии, свързани с контрол, автоматизация, обработка на визуални данни и оценка на качеството в хранителната индустрия;
- изграждане на междууниверситетска мрежа за трансфер на знания и добри практики, включително сътрудничество с Аграрен университет, ПУ „Паисий Хилендарски“ и международна мрежа с Technical University of Riga - Rezekne technology academy.

Проектът попада в националните и европейски приоритетни направления по отношение на:

- цифрова трансформация и интелигентна специализация – чрез развитието на роботизирани системи и IoT инфраструктура в агро-хранителния сектор;

- устойчиво производство и енергийна ефективност – посредством използване на енергоефективни мобилни устройства, 3D прототипиране и изследване на енергоемкостта на закупеното оборудване;

- STEM образование и научноизследователски капацитет – чрез модернизация на учебния процес и създаване на отворена платформа за докторанти и преподаватели.

Допълнително, проектът има стратегическа образователна функция, насочена към повишаване на интереса към инженерните специалности сред кандидат-студентите. Лабораторията ще предложи мотивираща и визуално ангажираща среда за обучение чрез реална демонстрация на съвременните технологии в условията на засилено търсене на инженери в национален мащаб. Двете смарт лаборатории ще се използват активно в кандидатстудентските кампании на УХТ, като ще се организират дистанционни демонстрационни сесии, отворени уроци и практически презентации с участието на работи, IoT устройства и симулационни модели. Така проектът ще допринесе за формирането на позитивен технологичен имидж на инженерните програми, в подкрепа на политиките на Министерството на образованието и науката за повишаване на броя на студентите в инженерно-техническите направления.

Съгласно Стратегията за интелигентна специализация на Република България и приоритетите на Хоризонт Европа (клъстер 4 „Цифровизация и индустрия“), проектът подпомага развитието на ключови технологии (KETs) и изграждането на умения, необходими за цифровата и зелена трансформация на икономиката. Очакваните резултати включват създаване на устойчиво звено за обучение и научни иновации, увеличаване на научната продукция и международната видимост на УХТ-Пловдив, както и активно включване на бъдещи студенти в мисията за изграждане на високотехнологично общество.

Проектът ще допринесе съществено и за повишаване на научноизследователския капацитет на академичния екип, като се предостави достъп до съвременна апаратура, лицензиран софтуер и реални роботизирани системи, подходящи за провеждане на експериментални разработки, докторантски изследвания и съвместни интердисциплинарни проекти. Изградените лаборатории ще бъдат отворени за преподаватели, докторанти и студенти не само от Техническия факултет, но и от Технологичния и Стопанския факултет, в пълно съответствие с междуфакултетния характер на съвременните научни и образователни подходи. Това ще доведе до интердисциплинарност на получените резултати от разработките и до трансфера им между инженерните и технологичните дисциплини, както и развитието на приложни иновации в хранителната индустрия и дигиталната икономика.

Проектът използва за основа предходен проект „ИЗГРАЖДАНЕ НА УЧЕБЕН ИТ ЦЕНТЪР ПО ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ, ИНЖЕНЕРНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ, ИНДУСТРИАЛЕН И ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН ДИЗАЙН“ по който бяха закупени дванадесет броя компютри и лицензи за тях на софтуера МАТЛАБ и СИМУЛИНК на фирмата MathWorks. Те се използват за подготовка и въвеждане на студентите от двата факултета в инженерните науки. Закупеният софтуер е в основата на разбирането на основните понятия в автоматиката и мехатрониката. Програмата позволява при желание от потребителя да се интегрират нови блокове с инструменти, като същите позволяват гъвкави схеми относно лицензионните права.

Новият лабораторен комплекс по роботика ще включва две отделни лаборатории, разположени в различни корпуси на университета.

Първата от тях е компютърна зала 311, блок 2, към която е бил предходния проект. Включването и в проекта има за цел окомплектоване на залата. Залата освен за обучение ще се превърне в демонстрационна за ученици в кандидат-студентските кампании. Първата мобилна работна станция и единият робот ще бъдат позиционирани там, като ще се използват за лабораторни упражнения, дистанционно управление на робота и работа в реално време.

Втората лабораторна зала е 55 в блок 1. В нея се провеждат упражнения със всички студенти от технологичния и част от техническия факултет. Освен това до нея е и докторантската лаборатория 55А. Вторият робот и втората мобилна работна станция ще бъдат именно там, като тя ще се използва както за научни изследвания, така и за демонстрационни презентации със студенти и ученици в кандидат студентските кампании. По този начин студентите от технологичния/ техническия факултет и учениците ще могат да видят приложението на технологиите на практика.

Софтуерните инструменти които са необходими на бъдещите инженерни специалности за по-нататъшното им развитие следват съвременните тенденции за дигитализиране на сектора и са ориентирани към симулацията и управление на конкретни обекти-роботи, мрежови протоколи, цифрова обработка на сигнали. Именно МАТЛАБ предлага изключително богат избор от инструменти за проектиране и обучение. По долу са изброени необходимите пакети с инструменти за обезпечаване на нормален образователен процес:

- пакетът с инструменти по роботика Robotics System Toolbox е да подпомага визуално разбирането за кинематиката на робота включващо правата, обратна задача, както и PID управление. Прилагайки получените чрез този инструмент знания, студентите ще могат да ги приложат върху реална роботизирана система. Този пакет е необходим за всички компютри в залата, като минимум трябва да се постави на осем броя;

- пакетът Internet of Things е необходим за един компютър в залата;

- пакетът Deep Learning Toolbox е необходим за един компютър в залата;

- пакетът C2000 Microcontroller Blockset е необходим за един компютър в залата.

Закупеният софтуер, работи, платки, оборудване ще се използва за изследователски цели, по докторантски програми, както и за обучение на студенти по дисциплини от бакалавърския и магистърския курс на специалностите в катедрата. С тях могат да бъдат обучавани студенти и докторанти от други специалности и факултети, както и колеги от преподавателския състав в университета.

Със заявените два типа роботи за обучение се цели усвояването на тази технология, основните принципи на работа, като проекта ще бъде база от която по-нататък може да бъде закупен промишлен робот за обучение, чийто инструменти за програмиране са еднакви с реалния промишлен робот. Работата с реалната машина крие рискове от нараняване, поради което е необходимо първоначално обучение.

Първият тип робот е DobotMagician 400 е с четири степени на свобода, има възможност за работа (отработване на движенията в симулирана виртуална среда). Той е с четири стъпкови мотора за по-голяма прецизност, изработен е от метал и при некоректна

команда сигнализира за нередност. Програмира се със софтуер Python и Blockly, а управлението му е с Ардуино Мега.

Такъв робот има закупен в Аграрен Университет - Пловдив и колегите ще помогнат със своя опит при усвояването му в УХТ. В този университет се провеждат изследвания относно извършването на технологични операции при отглеждането на селско стопанска продукция с мобилен робот за по-добро и качествено земеделие. Този опит също ще бъде споделен, като ще се взаимства приложението на тази технология в ХВП.

Вторият тип робот е myCobot 280 Jetson Nano Collaborative с шест степени на свобода. Той не е хуманоиден, но е предназначен да работи съвместно с хора. Програмирането му е с Python и myBlockly. Има възможност за виртуална симулация на движението на робота. Използва свободния софтуер за роботика ROS, ROS2. Всичко това е възможно чрез използването на работната станция, която управлява компютъра на робота Jetson Nano на NVIDIA. Комплектът съдържа приставка за адаптирац се захващач, както и камера за цветово разпознаване.

Включването на външни специалисти по програмиране на Python от Пловдивския Университет „Паисий Хилендарски“ ще доведе до оптимизацията при решаване на конкретните задачи.

С интегрираната камера ще се правят снимки на продукти от ХВП, които след това ще бъдат обработвани и анализирани от DSP или Raspberry Pi4(5) в зависимост от конкретното приложение. Със смарт камерата ще се извършва обучение и разработване на приложения от студентите за работа в интернет. От друга страна те могат да послужат за осъществяване на демонстрационно дистанционно управление на робота осъществено посредством мобилната работна станция в обучението на студентите и в кандидатстудентските кампании. По този начин пред бъдещите студенти ще се демонстрират възможностите и уменията които ще придобият в УХТ обучавайки се в бакалавърски курс.

В настоящия проект се предлага дългосрочна стратегия за обучение в областта на роботиката. Внедряването на съвременен софтуер, хардуер, смарт технологии, различните типове работи ще доведе до повишаване на нивото, качеството на обучение на дипломираните студенти. Независимо от сложността на робота, студентите ще могат сами да го проектират и приложат в управлението на процесите от ХВП. Прилагането на софтуер, който моделира поведението на робота в различни ситуации ще повиши компетентността на участниците, както и общия брой на публикации на преподаватели и докторанти в световните бази данни на Scopus и WoS. По този начин ще се увеличи цитируемостта на публикуваните статии в областта. Това от своя страна ще спомогне за израстването на преподавателския състав и привличането студенти и докторанти в разработването и изпълнението на научни проекти. Сътрудничеството с други национални и международни университети ще доведе до споделянето на нови идеи, до интердисциплинарност на участващите в проекта и на получените резултати, ще се популяризират настоящите и новите разработки, ще се създадат нови работни екипи. Ще се създаде нова научна мрежа между отделните университети, участващи в проекта. Със закупеното оборудване ще се изследват адекватността на приложението на робота в различни реални условия. Ще се симулират различни сценарии на действията на робота. Ще се моделират траекторията на движението и връзките между отделните звена на

робота. На тази база ще изследват генерираните управляващи алгоритми за конкретната задача. Ще се изследват извършваните движения от разнообразни работни органи. На по-късен етап може да бъде закупен промишлен робот за обучение или допълнителни работи от съществуващия тип, както и да се направи макет на поточна линия, показваща нагледно приложението на роботите. По този начин с изброените цели на проекта ще се увеличи реномето и позицията на Университета по Хранителни Технологии в страната и чужбина, а това ще доведе до увеличаване броя на чуждестранните студенти и приходи за него.

Използвана литература:

1. Siemasz, R.; Tomczuk, K.; Malecha, Z. 3D printed robotic arm with elements of artificial intelligence. *Procedia Computer Science*, 2020, 176: 3741-3750.
2. Deng, H.; et al. Kinematics modeling and trajectory planning of KUKA manipulator based on MATLAB. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2022, 2216: 012056.
3. Saenz Zamarron, D.; et al. Educational robot arm development. *Computación y Sistemas*, 2020, 24.4: 1387-1401.
4. Lee, H. The study of mechanical arm and intelligent robot. *IEEE Access*, 2020, 8: 119624-119634.
5. Andrade, E.; et al. Design and implementation of a robotic arm prototype for a streamlined small chocolate packaging process. *Engineering Proceedings*, 2023, 47.1: 1. <https://doi.org/10.3390/engproc2023047001>
6. Tsolov, S.; Dimitrova, R.; Nikolov, S. Problems in Designing Robots with Parallel Kinematics. *Engineering Proceedings*, 2024, 70.1: 5.
7. E. Surya, and Y. K. Ningsih, Smart monitoring system using Raspberry–Pi and smartphone, *ELKOMIKA, Halaman*, vol. 7, no. 1, 2019, pp. 72–84.
8. R. Shaik, F. Syed, K. V. Ratnam, and C. Bhargavi, IoT based automated irrigation system using Raspberry Pi, *International Journal of Electrical Engineering and Technology*, vol. 11, issue 3, 2020, pp. 344–353.
9. D. A. Andrioaia, G. Culea, and P. G. Puiu, Environmental temperature and humidity monitoring system using Raspberry Pi 4 and thingspeak, *Journal of Engineering Studies and Research*, vol. 27, no. 3, 2021, pp. 20–23.
10. B. Zhang and P. Liu, Control and benchmarking of a 7-DOF robotic arm using Gazebo and ROS, *PeerJ Computer Science* 7:e383, 2021, <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.383>
11. A. Molina-Leal, A. Gomez-Espinosa, J. A. E. Cabello, E. Cuan-Urquizo and S. R. Cruz-Ramirez, Trajectory planning for a mobile robot in a dynamic environment using an LSTM neural network, *Applied Sciences*, vol. 11, issue 22, 2021, pp. 1-21, <https://doi.org/10.3390/app112210689>.