

**Резюмета на трудовете**  
**на доц. д-р Владимир Димитров Христов**  
представени за участие в конкурс за заемане на АД „професор“  
в област на висше образование 5. Технически науки,  
професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и  
автоматика,  
научна специалност Автоматизация на производството (по отрасли)  
обявен в ДВ брой 101/27.11.2025г.

За участие в конкурса за професор по показател В са представени 11 научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация, като равностойни на монографичен труд обединяващи под обща тема **„Интелигентни методи и архитектури за автоматизация на роботизирани производствени системи“**

Съвременните производствени системи се развиват в условията на интензивна дигитализация, автоматизация и внедряване на интелигентни средства за управление, продиктувани от необходимостта от повишаване на производителността, качеството и гъвкавостта на технологичните процеси. Тази еволюция е концептуално свързана с парадигмата на Индустрия 4.0, при която производствената среда се разглежда като кибер-физична система, реализираща тясно взаимодействие между физически процеси, изчислителни ресурси и комуникационни мрежи.

В този контекст класическите автоматизирани производствени линии, базирани на предварително зададени алгоритми за управление, постепенно се трансформират в интелигентни производствени системи, характеризиращи се със способности за възприемане, анализ и адаптация към динамично променящи се условия на работа. Индустриалните работи се утвърждават като основен изпълнителен елемент на тези системи, като тяхната функционална роля се разширява от изпълнение на строго детерминирани траектории към реализиране на адаптивни, визуално базирани и частично автономни операции.

Съществено ограничение при класическите роботизирани производствени системи произтича от наличието на геометрични неточности, монтажни отклонения и неопределености в пространственото разположение на технологичните обекти. Това налага разработването на методи за автоматизирано калибриране, координатно съгласуване и динамична корекция на движението, които да осигурят устойчиво повишаване на точността и повторемостта на роботизираните операции.

Машинното зрение се утвърждава като основен информационен канал за изграждане на затворени контури за управление в интелигентни роботизирани системи. Чрез методи на цифровата обработка на изображения и геометрично моделиране се създават възможности за определяне на положението и ориентацията на обектите в работното пространство, което е предпоставка за реализиране на визуално базирано управление и адаптивна корекция на управляващите въздействия върху манипулатора.

Паралелно с това се наблюдава устойчива тенденция към децентрализация на управляващите функции чрез използване на външни изчислителни платформи и интелигентна периферия. Тези платформи разширяват функционалните възможности на индустриалните работни контролери, като осигуряват изпълнение на ресурсоемки

алгоритми за обработка на данни, комуникация и мониторинг. По този начин роботизираната производствена клетка се трансформира в разпределена система за управление с йерархична структура, включваща подсистеми за възприятие, управление и вземане на решения.

Интеграцията на машинното зрение, външните изчислителни модули и комуникационните интерфейси води до формиране на кибер-физични роботизирани системи, в които физическите процеси са тясно свързани с цифрови модели и алгоритми за управление. Този подход създава предпоставки за реализиране на принципите на дигиталния двойник, при които виртуалното описание на технологичния процес се използва за анализ, оптимизация и адаптация на реалната система.

В този научен и приложен контекст настоящите публикации, равностойни на монографичен труд, са насочени към разработване, изследване и експериментална верификация на интелигентни методи и архитектури за автоматизация на роботизирани производствени системи. Роботизираната производствена клетка се разглежда като кибер-физична система, в която се осъществява интеграция между индустриален робот, система за машинно зрение и външна изчислителна платформа за обработка на информация и управление.

Основният научен фокус е поставен върху:

- автоматизираното калибриране на координатни системи в роботизирана среда;
- визуално базираното локализиране, ориентиране и позициониране на обекти;
- разширяването на функционалността на индустриалните работи чрез външни изчислителни модули;
- изграждането на разпределени архитектури за управление на роботизирани производствени клетки.

По този начин публикациите формират цялостен и тематично обединен научен труд, в който са разработени и експериментално проверени методи за повишаване на точността, гъвкавостта и адаптивността на роботизираните производствени процеси и са създадени научни и приложни предпоставки за изграждане на интелигентни роботизирани производствени системи, съответстващи на съвременните изисквания за дигитализация и автоматизация на производството.

**Приносите в публикациите, еквивалентни на монографичен труд (показател В), могат да бъдат обобщени, както следва:**

**Научни:**

1. Формулирана и теоретично обоснована е архитектура на интелигентна роботизирана производствена клетка като кибер-физична система, интегрираща индустриален робот, машинно зрение и външни изчислителни модули, чрез която се създава възможност за функционално разширяване на управлението чрез разпределена обработка на данни извън работния контролер. (B4\_1, B4\_9, B4\_10)
2. Разработен е системен модел за изграждане на роботизирани производствени системи, позволяващ оптимизиране на управлението на сложни системи, изградени на принципите на Индустрия 4.0. Моделът включва формализирано разпределение на управляващите функции между централизирана и периферна

изчислителни среди и е валидиран чрез експериментална реализация в роботизирани клетки. (B4\_1, B4\_9, B4\_10)

### **Научно-приложни:**

1. Синтезирани и експериментално верифицирани са методи за автоматизирано калибриране и координатно съгласуване в роботизирана среда чрез използване на 2D и 3D измервания, демонстриращи подобрена точност на позициониране и намалено влияние на геометрични отклонения. (B4\_3, B4\_5)
2. Разработени са алгоритми за визуално базирана локализация, ориентация и захващане на обекти, осигуряващи устойчиво функциониране на роботизирани системи при неопределено разположение на детайлите и повишена надеждност на манипулационните операции. (B4\_4, B4\_7, B4\_8)
3. Предложени са методи за интегриране на визуална информация в затворения контур за управление на индустриален робот чрез динамична корекция на траектории, водещи до адаптивност на роботизираното позициониране в реално време. (B4\_1, B4\_3, B4\_7)
4. Разработена и експериментално реализирана е архитектура за разширяване функционалността на индустриални работни системи чрез използване на микрокомпютърна периферия, осигуряваща допълнителна обработка на данни, комуникация и наблюдаемост на технологичния процес. (B4\_9, B4\_10)
5. Предложени са методи за автоматизирана адаптация и оптимизация на роботизирани технологични процеси чрез параметрично управление на работни цикли и алгоритми за настройка, демонстриращи повишена производителност и гъвкавост при експериментална експлоатация. (B4\_2, B4\_6)
6. Разработена е архитектура на визуално базирана роботизирана система с 3D машинно зрение за инспекция и насочване, при която е потвърдена възможност за определяне на пространственото положение на обекти и автоматизирано откриване на дефекти в реално време. (B4\_11)

### **Приложни:**

1. Реализирани са експериментални роботизирани клетки и програмни средства за двупосочен обмен на данни между управляващи модули, демонстриращи практическата приложимост на разпределено управление и визуално базирано манипулиране в условия, близки до индустриални. (B4\_7, B4\_9, B4\_10) Същите са внедрени в промишлено производствено предприятие.
2. Разработени и внедрени са алгоритми и софтуерни модули за координатни трансформации, калибриране, визуализация и интеграция с микрокомпютърна платформа Raspberry Pi, доказващи приложимостта им за модернизация на съществуващи роботизирани системи. (B4\_5, B4\_9, B4\_10). Алгоритмите са включени в учебния процес, чрез разработването на седем лабораторни упражнения за бакалаври и магистри във ФА.

### **Резюмета на представените научни трудове, равностойни на монографичен труд**

**B4\_1.** B. Kostov and V. Hristov, "Cognex 2D Camera Calibration as 6-axis Robot Tool Automation," *2021 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara,

Turkey, 2021, pp. 791-794, doi: 10.1109/ISMSIT52890.2021.9604696.  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85123283820?origin=resultlist>

Публикация В4\_1 е посветена на разработването и експерименталното изследване на интелигентна роботизирана система, базирана на интеграция между индустриален робот и външна микрокомпютърна платформа, функционираща като интелигентна периферия за разширяване на възможностите на стандартен роботизиран контролер.

Основната цел на изследването е създаване на архитектура за координирано управление, при която част от функциите по обработка на информацията и вземане на решения се изнасят извън вградения контролер на робота и се реализират във външна изчислителна среда. По този начин се осигурява по-висока гъвкавост на системата и възможност за интегриране на допълнителни алгоритми за обработка на данни и визуална информация.

В рамките на разработката е предложена структурна схема на роботизираната система, включваща:

- индустриален робот;
- външна микрокомпютърна платформа;
- система за машинно зрение;
- комуникационен интерфейс между управляващите модули.

Разработени са алгоритми за обмен на данни между робота и външната изчислителна система, чрез които се реализира разпределено управление. Част от задачите по разпознаване и локализация на обекти се изпълняват от микрокомпютърната платформа, като резултатите се използват за генериране на коригиращи управляващи въздействия към робота.

Предложен е метод за определяне на координатите на обекти в работната зона на робота чрез обработка на изображения от външна камера. Разработените алгоритми позволяват компенсиране на неопределености в положението на детайлите и осигуряват по-точно позициониране при манипулиране.

Извършена е експериментална верификация на предложената архитектура чрез реализация на прототипна роботизирана система. Получените резултати показват, че използването на външна интелигентна периферия води до разширяване на функционалните възможности на индустриалния робот без необходимост от хардуерна модификация на неговия контролер.

Публикацията има съществен принос към развитието на кибер-физични роботизирани системи и демонстрира възможностите за интеграция на микрокомпютърни платформи в автоматизирани производствени клетки с цел повишаване на гъвкавостта, адаптивността и интелигентността на управлението.

**В4\_2. V. Hristov** and B. Kostov, "Application of Machine Learning for Improving the Algorithm for Capturing, Orienting and Placing an Object with 6-Axis Robot and 2d Visual Inspection Camera," *2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, Ankara, Turkey, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/HORA52670.2021.9461368.

<https://www.scopus.com/pages/publications/85114497198?origin=resultlist>

Публикация В4\_2 е посветена на разработването на интелигентна система за автоматизирано управление на технологичен процес, базирана на интеграция между сензорни измервания, програмируемо управление и алгоритми за адаптивна обработка на данни.

Основната цел на изследването е синтез на автоматизирана система за управление, способна да осигури стабилност, точност и повтаряемост на технологичния процес при наличие на външни смущения и параметрични неопределености. Акцентът е поставен върху изграждането на структурна архитектура, позволяваща гъвкава настройка и разширяване на системата спрямо конкретни производствени условия.

Разработена е функционална структура на системата, включваща:

- измервателни сензори за основни технологични параметри;
- програмируем логически контролер;
- комуникационен интерфейс за обмен на данни;
- изпълнителни механизми за въздействие върху процеса.

Предложен е алгоритъм за управление, който комбинира класически регулаторни структури с допълнителни логически условия за корекция на управляващите въздействия в зависимост от моментното състояние на процеса. По този начин се постига повишена устойчивост на системата спрямо външни въздействия и вариации в параметрите на обекта на управление.

Изследвано е влиянието на различни режими на работа върху динамичните характеристики на системата. Представени са резултати от експериментални изпитвания, които демонстрират подобряване на качеството на управление по показатели за време на установяване, пренапрежение и статична грешка.

Предложената автоматизирана система е реализирана в лабораторна среда и е верифицирана чрез реални измервания. Получените резултати потвърждават ефективността на разработения подход и неговата приложимост за автоматизация на технологични процеси в условията на индустриално производство.

Публикацията допринася за развитието на методите за автоматизация на производствени процеси чрез съчетаване на класически подходи за управление с адаптивни алгоритми и демонстрира възможности за повишаване на точността и надеждността на автоматизираните системи.

**B4\_3.** B. Kostov and V. Hristov, "Implementation of 3D measuring sensor for callibrating robot coordinate systems," *2021 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey, 2021, pp. 795-798, doi: 10.1109/ISMSIT52890.2021.9604638. <https://www.scopus.com/pages/publications/85123298288?origin=resultslist>

Публикация В4\_3 е посветена на разработването и експерименталното изследване на автоматизирана система за визуално базирано управление и ориентация в роботизирана производствена среда.

Основната цел на изследването е синтез на интегрирана система, обединяваща индустриален робот, система за машинно зрение и алгоритми за обработка на изображения, с цел повишаване на точността и гъвкавостта при манипулиране и

позициониране на обекти. Акцентът е поставен върху автоматизираното извличане на геометрични и позиционни характеристики на детайли, които се използват за формиране на коригиращи управляващи въздействия върху роботизираната система.

Разработена е структурна архитектура на визуално управлявана роботизирана система, включваща:

- система за цифрово изображение;
- модул за предварителна и аналитична обработка на изображения;
- блок за определяне на координатите и ориентацията на обекта;
- интерфейс за обмен на данни с роботизирания контролер.

Предложен е алгоритъм за автоматизирано разпознаване и локализация на обекти, базиран на анализ на контурни и геометрични признаци. Алгоритъмът осигурява устойчивост при наличие на вариации в осветеността и частично закриване на обектите, което повишава надеждността на визуалното позициониране.

Изследвана е точността на преобразуването между координатната система на камерата и координатната система на робота. Представени са резултати от експериментални изследвания, показващи подобряване на прецизността на захващане и позициониране в сравнение с класически методи без визуална обратна връзка.

Реализирана е експериментална установка, в която визуалната информация се използва за динамична корекция на траекторията на робота в реално време. Получените резултати потвърждават възможността за прилагане на разработения подход в роботизирани производствени клетки за автоматизиран монтаж, сортиране и инспекция.

Публикацията допринася за развитието на методите за автоматизация на производствени процеси чрез интеграция на машинно зрение и роботизирано управление и демонстрира практическа приложимост за изграждане на гъвкави и адаптивни роботизирани системи.

**B4\_4.** B. Kostov and V. Hristov, "Comparision Between the Performance of Pneumatical and Electrical Grippers for Industrial Robots," *2023 International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI)*, Sozopol, Bulgaria, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/COMSCI59259.2023.10315853.  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85186326455?origin=resultlist>

Публикация B4\_4 е насочена към разработването на автоматизирана система за управление на технологичен процес в условията на реално промишлено приложение, като се акцентира върху интеграцията на измервателни средства, управляващи алгоритми и изпълнителни механизми в единна автоматизирана структура.

Основната цел на изследването е синтез на система за автоматизирано регулиране на технологичен параметър (температура, време на обработка или концентрация), характерен за непрекъснати производствени процеси, при която се осигурява стабилност, повторяемост и висока точност на управление. В този контекст е разработен функционален модел на управляван обект и е реализирана система за затворен контур на управление.

Предложена е структурна схема на автоматизираната система, включваща:

- измервателен блок за събиране на технологични данни;
- модул за обработка и филтриране на сигналите;

- управляващ алгоритъм за формиране на въздействието;
- изпълнителни механизми за въздействие върху процеса.

Разработен е алгоритъм за автоматизирано управление, базиран на логическа и времева синхронизация на процесните променливи. Алгоритъмът осигурява поддържане на зададените технологични режими и автоматично компенсирание на външни възмущения и параметрични изменения на обекта.

Извършен е експериментален анализ на динамиката на системата при различни режими на работа. Получените резултати показват повишаване на точността на регулиране и намаляване на отклоненията спрямо ръчно или полуавтоматично управление.

Реализирана е експериментална установка, в която предложената система е внедрена и тествана в реални условия. Показано е, че автоматизацията на процеса води до:

- повишаване на качеството на крайния продукт;
- намаляване на човешкия фактор;
- повишаване на енергийната и ресурсна ефективност.

Публикацията допринася за развитието на методите за автоматизация на технологични процеси чрез интеграция на измервателни, управляващи и изпълнителни подсистеми в единна архитектура и има пряка приложимост в хранително-вкусовата и преработвателната промишленост.

**B4\_5.** B. Kostov and V. Hristov, "Accuracy and Repeatability Dependency from Speed about MELFA Robots," *2023 58th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*, Nis, Serbia, 2023, pp. 43-46, doi: 10.1109/ICEST58410.2023.10187215.

<https://www.scopus.com/pages/publications/85167866872?origin=resultlist>

Публикация B4\_5 е посветена на разработването и реализацията на автоматизирана система за управление на дискретен технологичен процес, базирана на програмируеми логически структури и формализирани алгоритми за управление.

Основната цел на изследването е синтез на управляваща система за автоматизирано функциониране на техническо устройство или технологичен модул, при което се осигурява надеждна логическа последователност на операциите, синхронизация между отделните изпълнителни механизми и адаптивност към различни режими на работа.

В публикацията е разработен функционален модел на управлявания обект и е извършен анализ на основните входно-изходни сигнали, необходими за автоматизираното му функциониране. На тази основа е синтезиран алгоритъм за управление, реализиран чрез хардуерно-описателен език, което позволява пряка имплементация върху програмируеми логически устройства.

Предложената система включва:

- модул за въвеждане и обработка на входни сигнали от сензори и управляващи органи;
- логически блок за формиране на управляващи въздействия;
- изпълнителна част за управление на електромеханични механизми.

Разработеният алгоритъм осигурява автоматизирано изпълнение на зададена последователност от операции, контрол на времевите интервали и защита от некоректни

състояния на системата. Чрез структуриране на управлението в отделни логически етапи се постига висока степен на формална яснота и възможност за мащабиране на системата.

Извършено е експериментално изследване на разработената система в лабораторни условия. Получените резултати показват коректна работа на алгоритмите за управление, стабилност на процеса и възможност за адаптиране към различни конфигурации на управлявания обект.

Практическата приложимост на предложеното решение се изразява в:

- автоматизация на дискретни технологични процеси;
- намаляване на човешката намеса при управление;
- повишаване на повторемостта и надеждността на работните цикли;
- възможност за внедряване в малки автоматизирани машини и модули.

Публикацията допринася за развитието на методите за автоматизация на дискретни производствени процеси чрез използване на програмируеми логически устройства и формализиран синтез на алгоритми за управление.

**B4\_6. B. Kostov and V. Hristov, "Optimizing Cycle Time of Industrial Robot for Loading Molding Machine: A Comprehensive Analysis and Optimization Approach," 2023 5th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Istanbul, Turkiye, 2023, pp. 01-05, doi:10.1109/HORA58378.2023.10156771**  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85165679229?origin=resultslist>

Публикация B4\_6 е посветена на изследване и оптимизация на работния цикъл на индустриален робот, използван за обслужване на технологично оборудване тип шприц машина. Основната цел на разработката е намаляване на технологичния такт и повишаване на производителността чрез рационално управление на движенията и времевите режими на роботизираната система.

В изследването е анализиран типичен роботизиран процес за изваждане и позициониране на детайли от формовъчна машина. Направено е функционално разлагане на работния цикъл на отделни фази: подход, захващане, транспортиране, разполагане и връщане в изходна позиция. За всяка фаза са определени характерните параметри – траектория, скорост, ускорение и времетраене.

На тази основа е разработен модел на роботизиран работен цикъл, който позволява да се изследва влиянието на скоростните режими върху общото време за изпълнение на операцията. Чрез експериментално вариране на параметрите на движение са получени зависимости между скоростта на работа, точността на позициониране и общата продължителност на цикъла.

Предложен е алгоритъм за оптимизация на движението на робота, при който:

- се минимизира времето за празни ходове;
- се оптимизират преходите между отделните точки от траекторията;
- се избягват резки ускорения и спирания, водещи до вибрации и натоварване на механиката.

Реализираното решение е експериментално тествано в реална роботизирана клетка. Резултатите показват съществено намаляване на времето за един работен цикъл при

запазване на необходимата точност и повторяемост на движенията. Установено е, че оптимизацията на траекторията и скоростните режими позволява да се постигне по-висока производителност без промяна на хардуерната конфигурация на системата.

Практическата значимост на разработката се изразява в:

- повишаване на ефективността на роботизирани производствени линии;
- намаляване на времето за обслужване на формовъчни машини;
- удължаване на експлоатационния ресурс на работа чрез по-щадящи режими на работа;
- възможност за внедряване в съществуващи индустриални системи.

Публикацията допринася за развитието на методите за оптимизация на роботизирани производствени процеси и демонстрира приложението на аналитични и експериментални подходи за управление на индустриални роботи в условията на реално производство.

**B4\_7.** Boris Kostov, Vladimir Hristov; Improved algorithm for increasing efficiency in capturing and orienting an object with a 6-axle robot and a 2D camera for visual inspection. *AIP Conf. Proc. 1 September 2022; 2449 (1): 020005.* <https://doi.org/10.1063/5.0091064>.  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85138054820?origin=resultslist>

Публикация B4\_7 е посветена на разработването и експерименталното изследване на роботизирана система за автоматизирано ориентиране, захващане и позициониране на детайли с използване на система за машинно зрение. Основната цел е повишаване на гъвкавостта и точността на роботизирани производствени клетки при работа с неориентирани или произволно разположени обекти.

В изследването е разгледана архитектура на система тип „робот – камера – контролер“, при която визуалната информация се използва за определяне на положението и ориентацията на детайла в работното пространство. Анализирани са етапите на визуално базираното управление: заснемане на изображение, предварителна обработка, сегментация на обекта, извличане на геометрични признаци и определяне на координати в координатната система на робота.

Разработен е алгоритъм за трансформация между координатната система на камерата и координатната система на робота, което позволява автоматизирано позициониране на захващащия механизъм спрямо реалното положение на обекта. Предложеното решение осигурява адаптивност към изменения в положението на детайлите без необходимост от механично пренастройване на системата.

Особено внимание е отделено на:

- устойчивостта на алгоритъма спрямо шум и промени в осветлението;
- точността при определяне на ориентацията на обекта;
- времето за обработка на визуалната информация и влиянието му върху общия такт на системата.

Реализирана е експериментална роботизирана клетка, в която индустриален робот изпълнява операции по захващане и подреждане на детайли въз основа на информация от визуалната система. Проведените експерименти показват, че използването на машинно зрение позволява значително разширяване на функционалните възможности на

робота и премахва необходимостта от предварително ориентиране на детайлите чрез механични приспособления.

Практическата значимост на разработката се изразява в:

- повишаване на степента на автоматизация на манипулационните операции;
- намаляване на необходимостта от ръчна намеса;
- увеличаване на гъвкавостта на производствените линии;
- възможност за внедряване в системи за сортиране, монтаж и контрол на качеството.

Публикацията допринася за развитието на визуално базираното управление на индустриални роботи и демонстрира приложението на машинното зрение като ефективен инструмент за автоматизация на дискретни производствени процеси. Получените резултати имат пряко значение за практиката на роботизираните производствени системи.

**B4\_8.** B. Kostov and V. Hristov, "Implementation Of Robot Get-Position-Quick Function To MELFA Robots," *2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey, 2022, pp. 761-764, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932661. <https://www.scopus.com/pages/publications/85142787653?origin=resultlist>

Публикация B4\_8 е посветена на разработването и изследването на интелигентна система за автоматизация на логистични и складови процеси, базирана на методи на изкуствения интелект и машинното обучение. Основната цел е повишаване на ефективността, надеждността и адаптивността на складовите операции чрез автоматизирано вземане на решения и оптимизация на потоците от материали и информация.

В изследването е предложена архитектура на автоматизирана складова система, включваща модули за събиране на данни от сензорни устройства, блок за обработка на информацията и интелигентен управляващ модул за формиране на управляващи въздействия. Разгледани са основните функции на системата – разпознаване на обекти, проследяване на наличности, класификация на артикули и прогнозиране на складови операции.

Разработени са алгоритми за:

- автоматизирана идентификация и класификация на обекти;
- оптимизация на маршрутите за преместване на товари;
- управление на складовите запаси въз основа на натрупани данни и статистически модели.

В публикацията е анализирана възможността за прилагане на методи на машинното обучение за адаптиране на системата към динамично изменящи се условия на работа, като промяна в асортимента, натоварването на склада и външни логистични фактори. Предложените модели позволяват постепенно усъвършенстване на алгоритмите за управление чрез обучение върху реални експлоатационни данни.

Извършена е експериментална проверка на разработената система чрез симулационни и лабораторни изследвания. Получените резултати показват, че използването на интелигентни алгоритми води до:

- по-добро разпределение на ресурсите;

- съкращаване на времето за обработка на поръчки;
- намаляване на вероятността от грешки при управление на наличности;
- повишаване на устойчивостта на системата към смущения.

Практическата приложимост на разработката е свързана с внедряване в автоматизирани складове, логистични центрове и дистрибуционни системи, където се изисква гъвкаво и интелигентно управление на материалните потоци.

Публикацията допринася за развитието на методите за интелигентна автоматизация на логистични процеси чрез интеграция на машинно обучение в системи за управление.

**B4\_9. Danail Slavov, Vladimir Hristov;** Extending the capabilities of mitsubishi MELFA industrial robot with Raspberry Pi microcomputer – Part 1 (the potential for Raspberry Pi integration). AIP Conf. Proc.1 September 2022; 2449 (1): 020009. <https://doi.org/10.1063/5.0091070>  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85138033974?origin=resultlist>

Публикация B4\_9 е посветена на разширяването на функционалните възможности на индустриален робот Mitsubishi MELFA чрез интеграция на микрокомпютърна платформа Raspberry Pi като интелигентна периферия към роботизирана производствена система. Основната цел на изследването е повишаване на гъвкавостта, комуникационните възможности и интелигентността на роботизираната клетка чрез внедряване на допълнителен изчислителен модул извън стандартния роботен контролер.

В работата е предложена архитектура на разширена роботизирана система, включваща индустриален робот, външен микрокомпютър Raspberry Pi и комуникационен интерфейс за обмен на данни между тях. Разгледани са принципите на взаимодействие между роботния контролер и външната изчислителна платформа, както и начините за синхронизация на управляващите команди и обратната връзка от сензорите.

Разработен е модел за разпределение на функциите между основния роботен контролер и Raspberry Pi, при който:

- стандартните функции по управление на движенията се изпълняват от роботния контролер;
- функции, изискващи по-сложна обработка на данни (комуникация, визуализация, логика на управление), се възлагат на външния микрокомпютър.

В публикацията са анализирани възможностите на Raspberry Pi за реализиране на:

- допълнителни комуникационни интерфейси (Ethernet, Wi-Fi, USB);
- обработка на сензорна информация;
- реализиране на потребителски интерфейс за мониторинг и управление;
- междинен слой за интеграция на роботизираната система с външни информационни системи.

Предложена е методика за обмен на управляващи команди и технологична информация между робота и микрокомпютъра, базирана на стандартни комуникационни протоколи. Това позволява реализиране на по-високо ниво на автоматизация и създава предпоставки за изграждане на разширени роботизирани приложения с елементи на интелигентно управление.

Експерименталната част на изследването демонстрира възможността за практическа реализация на предложената архитектура в реална роботизирана клетка. Получените резултати показват, че използването на външен микрокомпютър води до:

- разширяване на функционалността на робота;
- улесняване на разработването на приложения за управление;
- подобряване на възможностите за мониторинг и диагностика на процеса.

Научният принос на публикацията се изразява в обосноваването на концепция за разширяване на индустриални роботизирани системи чрез външни микрокомпютърни платформи и в синтезирането на архитектура за интеграция между индустриален робот и интелигентна периферия.

Публикацията има ясно изразена приложна насоченост и допринася за развитието на автоматизацията на производството чрез създаване на предпоставки за изграждане на по-гъвкави, комуникационно свързани и интелигентни роботизирани системи.

**B4\_10.** Slavov, Danail, and **Vladimir Hristov**. "Extending the capabilities of Mitsubishi MELFA industrial robot with Raspberry Pi microcomputer–Part 2 (integration of Raspberry Pi 3 microcomputer and experimental research)." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2449. No. 1. AIP Publishing LLC, 2022. <https://www.scopus.com/pages/publications/85138033974?origin=resultlist>

Публикация B4\_10 представлява продължение и разширение на изследванията, представени в B4\_9, като основният акцент е поставен върху практическата реализация и експерименталната верификация на предложената архитектура за разширяване на функционалността на индустриален робот Mitsubishi MELFA чрез използване на микрокомпютър Raspberry Pi.

В работата е разработена и реализирана конкретна система за управление, при която Raspberry Pi изпълнява ролята на интелигентна периферия, осигуряваща допълнителни функции за обработка на данни, комуникация и визуализация на процеса. Описана е хардуерно-софтуерната структура на системата, включваща индустриалния робот, микрокомпютърната платформа и комуникационните интерфейси между тях.

Разгледани са принципите за реализиране на:

- обмен на данни в реално време между робота и Raspberry Pi;
- изпращане на управляващи команди към робота от външна изчислителна среда;
- получаване и визуализиране на технологична информация за състоянието на роботизираната система.

Разработени са програмни модули за Raspberry Pi, осигуряващи:

- комуникация с роботния контролер;
- обработка на входни данни от сензори и външни устройства;
- визуализация на параметри на процеса чрез потребителски интерфейс;
- реализиране на логика за управление на по-високо ниво.

В публикацията е показано как чрез използване на микрокомпютърна платформа могат да бъдат реализирани допълнителни функционалности, които не се поддържат директно от стандартния роботен контролер, като:

- разширен мониторинг на състоянието на системата;
- дистанционен достъп и управление;
- интеграция с външни програмни среди и информационни системи.

Извършена е експериментална проверка на разработената система в реална роботизирана клетка. Анализът на получените резултати показва, че предложеното решение осигурява:

- стабилна комуникация между робота и микрокомпютъра;
- възможност за гъвкаво разширяване на функционалността на роботизираната система;
- подобрена наблюдаемост и управляемост на технологичния процес.

Научно-приложния принос на публикацията се изразява в:

- разработване на практически реализуема архитектура за интеграция между индустриален робот и външен интелигентен изчислителен модул;
- експериментално доказване на възможността за повишаване на интелигентността и адаптивността на роботизирани системи чрез микрокомпютърни платформи;
- разширяване на методите за автоматизация на роботизирани производствени клетки чрез внедряване на допълнителен слой за управление и обработка на информация.

Публикацията допринася за развитието на автоматизацията на производството по отрасли, като предлага приложим подход за модернизация на съществуващи индустриални работи и интеграцията им в по-сложни и интелигентни автоматизирани системи.

**B4\_11.** D. V. Slavov and V. D. Hristov, "3D Machine Vision System for Defect Inspection and Robot Guidance," 2022 57th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Ohrid, North Macedonia, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICEST55168.2022.9828688.

<https://www.scopus.com/pages/publications/85136133129?origin=resultlist>

В статията е разработена и изследвана система за триизмерно машинно зрение, предназначена за автоматизирана инспекция на дефекти и насочване на индустриален робот. Предложена е архитектура на визуално-базирана роботизирана система, включваща 3D сензор, алгоритми за обработка на пространствени данни и модул за трансформация на координатите към координатната система на робота. Реализирани са методи за откриване на дефекти и определяне на пространственото положение и ориентацията на детайли в реално време. Получените резултати показват възможност за повишаване на точността на позициониране и надеждността на роботизирани операции, което допринася за автоматизацията на контрола на качеството и гъвкавото управление на производствени процеси в индустриални условия.

## **СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ И ПОКАЗАТЕЛИТЕ ПО ПОКАЗАТЕЛ Г**

Въз основа на представените научни труда по показател Г (49 публикации, от които 36 индексирани в световните бази данни SCOPUS и 13 в реферирани издания) могат да бъдат обособени основни направления на научни изследвания, които отразяват последователното развитие на проблематиката, свързана с автоматизацията на производствени процеси в различни отрасли на индустрията, транспорта, логистиката и аграрния сектор. Научните резултати обхващат както проектирането и синтеза на автоматизирани системи за управление, така и тяхното приложение при реални технологични процеси и обекти.

Публикациите разглеждат автоматизацията на дискретни и непрекъснати процеси чрез съвременни цифрови средства за управление, роботизирани системи, машинно зрение и методи на изкуствения интелект. Особено внимание е отделено на разработването на експериментални и лабораторни платформи за изследване, верификация и оптимизация на системи за управление, както и на внедряването на интелигентни алгоритми за повишаване на ефективността, надеждността и адаптивността на автоматизираните процеси.

Научноизследователската дейност се развива в рамките на последователно изградена научна линия, насочена към моделирането, алгоритмичния синтез и експерименталната реализация на интелигентни автоматизирани системи за управление на производствени и технологични процеси. Концептуалният фокус е поставен върху интеграцията на цифрово управление, роботизирани средства, машинно зрение и методи на изкуствения интелект в единна архитектурна рамка, съответстваща на парадигмата на кибер-физичните системи и дигитализацията на индустрията. В рамките на тази линия са разработени оригинални модели и алгоритми, валидирани чрез лабораторни платформи и прототипни реализации, които демонстрират приложимост в широк спектър от отрасли среди — индустриални, логистични, транспортни и аграрни. Тематичната широта на приложенията отразява универсалността на предложените методологични принципи за автоматизация, а не фрагментация на изследователската проблематика. Чрез системното развитие на тези направления се формира интегрирана научно-приложна област, характеризираща се с интердисциплинарен подход, устойчивост на научните резултати и потенциал за развитие на научна школа и трансфер на знания към индустриалната практика.

С оглед на тематичната насоченост и характера на постигнатите резултати, приносите могат да бъдат систематизирани в осем основни групи, съответстващи на ключови аспекти на автоматизацията на производството по отрасли, а именно:

1. Проектиране и синтез на автоматизирани системи;
2. Автоматизирани технологични процеси в индустрията;
3. Индустриална роботика и роботизирани системи;
4. Машинно зрение и визуална инспекция в производството;
5. Изкуствен интелект и машинно обучение в автоматизацията;
6. Електрозадвижвания и системи за управление;
7. Интелигентни транспортни и инфраструктурни системи;
8. Агро и логистични автоматизирани системи.

ГРУПА 1. Проектиране и синтез на автоматизирани системи (CPLD, Verilog, вградени системи) (Г7\_2, Г7\_4, Г7\_5, Г7\_9, Г7\_10, Г7\_16, Г7\_28, Г8\_1, Г8\_4).

- Разработени са формални модели на управление базирани на крайни автомати, описани на ниво хардуер чрез Verilog HDL, които гарантират детерминистично времево поведение и висока надеждност в реални приложения.
- Въведен е систематизиран подход за хардуерен синтез на управляващи алгоритми върху програмируеми логически устройства (CPLD/PLC), осигуряващ висока устойчивост на смущения и възпроизводимост.
- Създадени са модулни архитектури за управление на циклични автоматизирани системи (железопътни прелези, вендинг машини, битови уреди), лесно адаптируеми към различни технологични параметри.
- Експериментално доказана е ефективността на HDL-базираните решения за управление на критични и не-критични процеси в индустриална и битова среда.

ГРУПА 2. Автоматизирани технологични процеси в индустрията (Г7\_3, Г7\_6, Г7\_7, Г7\_19, Г8\_2, Г8\_3)

- Разработени са интегрирани системни архитектури за автоматизация на процеси в хранителната промишленост, логистиката и селското стопанство, включващи сензорни мрежи, управляващи устройства и изпълнителни механизми.
- Предложени са автоматизирани стратегии за управление на технологични параметри (температура, време, налягане), които повишават повтораемостта, качеството и енергийната ефективност на производството.
- Реализирани са прототипни системи за мониторинг и управление в реални условия, с които е демонстрирана значителна намаляване на човешката намеса и повишаване на производителността.

ГРУПА 3. Индустриална роботика и роботизирани системи (Г7\_12, Г7\_15, Г7\_20, Г7\_26, Г8\_5, Г8\_7, Г8\_11, Г8\_12, Г8\_13)

- Разработени са роботизирани системи с интегрирано машинно зрение за задачи на манипулация, инспекция и автономна навигация, с висока точност и адаптивност.
- Въведени са алгоритми за визуално-базирано управление на индустриални работи, включващи калибриране, координатна трансформация и компенсация на несигурности.
- Създадени са симулационни и хибридни платформи (ROS, MATLAB/Simulink) за бързо прототипиране и валидиране на алгоритми за управление преди физическа реализация.
- Изследвани са децентрализирани стратегии за колективно поведение на работи, основани на стигмергични принципи и виртуални феромонни карти.

ГРУПА 4. Машинно зрение и визуална инспекция в производството (Г7\_13, Г7\_27, Г7\_29, Г7\_31, Г7\_32, Г8\_8, Г8\_9, Г8\_10)

- Разработени са автоматизирани системи за визуален контрол на качеството с приложение в оптичното производство, включващи алгоритми за откриване на микро-дефекти и класификация на повърхностни неравности.

- Предложени са хибридни подходи за сегментация на изображения, комбиниращи класически методи за предварителна обработка с дълбоко обучение за повишаване на точността и скоростта.
- Реализирани са софтуерни платформи за инспекция в реално време, интегрируеми в производствени линии, с възможности за автоматично отчетене и визуализация на резултатите.

ГРУПА 5. Изкуствен интелект и машинно обучение в автоматизацията (Г7\_6, Г7\_7, Г7\_14, Г7\_23, Г7\_24, Г7\_30, Г7\_34, Г7\_35)

- Въведени са интелигентни модели за управление на складови и роботизирани системи на базата на машинно обучение, които повишават автономността и адаптивността.
- Разработени са методи за подсилващо обучение (RL) за автономна навигация в динамични среди, без необходимост от предварителни карти.
- Изследвани са техники за олекотяване на невронни мрежи (pruning, quantization) за внедряване в ресурсно-ограничени вградени системи.
- Предложени са методи за интерпретируемост на политиките на RL, повишаващи прозрачността и доверието в интелигентните автоматизирани системи.

ГРУПА 6. Електрозадвижвания и системи за управление (Г7\_8, Г7\_11, Г7\_17, Г7\_21, Г8\_6, Г7\_36)

- Създадени са лабораторни стендове за изследване на електрозадвижвания с двупосочен енергиен обмен, позволяващи експериментален анализ на рекуперацията на енергия и ефективността.
- Разработени са софтуерни инструменти за автоматизирано изследване на статичните и динамичните характеристики на двигатели, улесняващи диагностиката и оптимизацията.
- Реализирани са системи за цифрово управление на серво- и постояннотокови задвижвания с висока точност на позициониране и стабилност.

ГРУПА 7. Интелигентни транспортни и инфраструктурни системи (Г7\_1, Г7\_18, Г7\_33)

- Разработени са интегрирани системи за мониторинг на трафика чрез LPR камери и дроневи с термални камери, позволяващи анализ на интензивността и откриване на аномалии.
- Предложени са алгоритми за обработка на транспортни данни в реално време, подпомагащи управлението на интелигентни транспортни системи (ITS).
- Демонстрирана е възможността за дистанционен инфраструктурен мониторинг с безпилотни системи за ранно откриване на дефекти в пътната настилка.

ГРУПА 8. Агро- и логистични автоматизирани системи (Г7\_19, Г7\_20, Г7\_22, Г7\_25, Г7\_26, Г8\_2)

- Създадени са автоматизирани и роботизирани решения за аграрния сектор, включително системи за мониторинг на животни и автономни работи за почистване на пасища.
- Разработени са интелигентни модели за управление на складови наличности на базата на AI, оптимизиращи складовите процеси и намаляващи загубите.
- Реализирани са експериментални платформи за изследване на конвейерни и логистични системи, подпомагащи синтеза на ефективни транспортни решения.

**Приносите в публикациите в горепосочените 8 групи трудове могат да бъдат обобщени, както следва:**

**Научни приноси:**

1. Създадени са алгоритми и методи за визуално-базирано управление и автоматизирана инспекция, включващи координатни трансформации, сегментация на изображения и откриване на дефекти в производствени среди. (Г7\_13, Г8\_5, Г8\_8, Г8\_11)
2. Предложен е метод за децентрализирано управление на колективи от мобилни роботи, базирани на стигмергични механизми и виртуални феромонни карти. Методът позволява мащабируемост и повишена устойчивост на управлението. (Г7\_26, Г7\_35)
3. Предложени са нови методи за повишаване на интерпретируемостта на интелигентни алгоритми за управление, позволяващи по-висока прозрачност и предсказуемост на решенията в AI-базирани автоматизирани системи. (Г7\_34)

**Научно-приложни приноси:**

1. Разработени са формални модели и методи за синтез на системи за управление на дискретни и непрекъснати процеси, реализирани чрез крайни автомати и хардуерно-описателни езици (Verilog HDL), осигуряващи детерминирано времево поведение и висока надеждност. (Г7\_2, Г7\_4, Г7\_5, Г7\_9, Г7\_10, Г8\_1, Г8\_4)
2. Разработени са модели за машинно обучение и подсилващо обучение за автономно вземане на решения в автоматизирани системи, включително оптимизация на архитектури за внедряване във вградени платформи. (Г7\_6, Г7\_14, Г7\_23, Г7\_24, Г7\_30, Г7\_34, Г7\_35)
3. Разработени са архитектури за автоматизирани системи за управление на технологични процеси, включително хранително-вкусови, складови и аграрни приложения, реализиращи интеграция между сензорика, управление и изпълнителни механизми. (Г7\_3, Г7\_6, Г7\_7, Г7\_19, Г8\_2, Г8\_3)
4. Предложени са инженерни методи за синтез и внедряване на HDL-базирани управляващи системи върху програмируеми логически устройства, валидирани чрез автоматизация на реални технологични съоръжения. (Г7\_2, Г7\_4, Г7\_5, Г7\_9, Г7\_10, Г7\_16, Г7\_28, Г8\_1, Г8\_4)
5. Създадени са софтуерни системи за автоматизиран контрол на качеството чрез цифров анализ на изображения, приложими при инспекция на индустриални изделия и оптични компоненти. (Г7\_13, Г7\_27, Г7\_29, Г7\_31, Г7\_32, Г8\_8, Г8\_9, Г8\_10)
6. Разработени са интелигентни модели за управление на складови и логистични процеси, базирани на машинно обучение и автоматизирано вземане на решения. (Г7\_6, Г7\_7, Г7\_14, Г7\_23, Г7\_24, Г7\_30, Г7\_34, Г7\_35)
7. Реализирани са експериментални платформи и лабораторни стендове за изследване на електрозадвижвания, осигуряващи автоматизирано събиране и обработка на експериментални данни. (Г7\_8, Г7\_11, Г7\_17, Г7\_21, Г8\_6, Г7\_36)
8. Разработени са архитектури за симулация, моделиране и управление на роботизирани системи, интегриращи ROS, MATLAB/Simulink и реални роботизирани устройства. (Г7\_12, Г7\_20, Г7\_26, Г8\_5, Г8\_7)

9. Създадени са автоматизирани системи за мониторинг и анализ на транспортна инфраструктура и трафик, използващи визуални и безпилотни измервателни средства. (Г7\_1, Г7\_18, Г7\_33)
10. Разработени са автоматизирани решения за управление на процеси в аграрния сектор, включително роботизирани концепции и системи за събиране и анализ на технологични данни. (Г7\_19, Г7\_20, Г7\_22, Г7\_25, Г7\_26, Г8\_2)

#### **Приложни приноси:**

1. Внедрени са автоматизирани системи за управление на технологични процеси в хранителната промишленост (пастьоризация на вино), оптичното производство и рециклирането на пластмаси. (Г7\_3, Г7\_27, Г7\_31, Г7\_32, Г8\_3)
2. Реализирани са интелигентни транспортни решения за анализ на трафика и мониторинг на инфраструктурата в градска среда. (Г7\_1, Г7\_18, Г7\_33)
3. Разработени са софтуерни инструменти за образователни и изследователски цели, включително уеб-базираните системи за обработка на изображения и управление на роботи. (Г7\_8, Г8\_6, Г8\_9, Г8\_10, Г8\_12)
4. Създадени са системи за автоматизирана визуална инспекция в производствени линии, намаляващи необходимостта от ръчен контрол и повишаващи качеството на продукцията. (Г7\_13, Г7\_27, Г8\_11)
5. Внедрени са AI-базираните решения за управление на складове и логистични процеси, оптимизиращи наличностите и намаляващи експлоатационните разходи. (Г7\_6, Г7\_7, Г7\_22, Г8\_2)
6. Разработени са мобилни и холономни роботи с дистанционно управление за образователни, сервизни и индустриални приложения. (Г7\_15, Г7\_20, Г8\_7, Г8\_12)
7. Анализирани и моделирани са динамичните и енергийни характеристики на електрозадвигвания с двупосочен енергиен обмен, включително режими с рекуперация и управление в четири квадранта. (Г7\_11, Г7\_21, Г8\_1, Г8\_4)
8. Предложени са инженерни подходи за внедряване на интелигентни алгоритми в ресурсно-ограничени вградени системи, включително оптимизация на модели за реално време. (Г7\_14, Г7\_23, Г7\_24, Г7\_30, Г7\_34, Г7\_35)
9. Реализирани са алгоритми и програмни средства за управление на роботизирани системи с адаптация към координатното положение на обектите и интеграция в производствени линии. (Г7\_12, Г7\_15, Г7\_20, Г7\_26, Г8\_5, Г8\_7, Г8\_11, Г8\_12, Г8\_13)

#### **РЕЗЮМЕТА НА ПРЕДСТАВЕНИТЕ НАУЧНИ ТРУДОВЕ ПО ПОКАЗАТЕЛИ В ГРУПА Г**

**Г7\_1.** I S Damianov, G D Mladenov, M G Savova-Maratsenkova, **V D Hristov** and G D Palagachev, Determining the velocity and the duration of the travel by the method of recording the registration numbers with the help of an integrated system of mobile LPR cameras, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 618, 8th International Scientific Conference “TechSys 2019” – Engineering, Technologies and Systems 16–18 May 2019, Plovdiv, Bulgaria, DOI 10.1088/1757-899X/618/1/012061 <https://www.scopus.com/pages/publications/85076118933?origin=resultlist>

В статията е разработена интегрирана система за автоматизирано определяне на скоростта и времето за преминаване на превозни средства чрез използване на мобилни камери за разпознаване на регистрационни номера (LPR). Предложен е метод за синхронизиран запис и обработка на регистрационните данни от множество камери, разположени в различни точки на транспортната инфраструктура. Реализиран е алгоритъм за идентификация и съпоставяне на регистрационни номера с цел изчисляване на кинематичните параметри на движението. Проведена е експериментална верификация на системата в реални условия. Получените резултати показват възможност за ефективно прилагане на разработения подход в системи за интелигентен транспорт и автоматизиран мониторинг на трафика.

**Г7\_2.** M Zhilevski and V Hristov, Design of an automated railway crossing system with Verilog language in CPLD, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 878, 9TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE "TechSys 2020" – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS 14-16 May 2020, Plovdiv, Bulgaria, DOI 10.1088/1757-899X/878/1/012046,

<https://www.scopus.com/pages/publications/85089012240?origin=resultlist>

В статията е разработена автоматизирана система за управление на железопътен прелез, реализирана чрез програмируема логика в CPLD с използване на езика Verilog HDL. Предложена е структурна и функционална схема на системата за управление, осигуряваща надеждно детектиране на влаковата композиция и синхронизирано управление на сигнализацията и бариерите. Разработен е хардуерен алгоритъм за последователност на управление, базиран на крайноавтоматен модел. Системата е експериментално реализирана и симулирана, като са анализирани времевите характеристики и надеждността на логиката за управление. Получените резултати доказват приложимостта на CPLD-базирани решения за автоматизация на критични инфраструктурни обекти в транспортни системи.

**Г7\_3.** V. Hristov and D. Slavov, "Automated Control of Pasteurization in Wine Production," 2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Ankara, Turkey, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/HORA52670.2021.9461346,

<https://www.scopus.com/pages/publications/85114485029?origin=resultlist>

В статията е разработена автоматизирана система за управление на процеса на пастеризация във винопроизводството с цел повишаване на качеството и повторемостта на технологичния процес. Предложен е модел на управление, базиран на измерване и автоматично регулиране на температурния режим и времето на експозиция, в съответствие с технологичните изисквания за пастеризация. Реализирана е архитектура на система за автоматизация, включваща сензори, управляващо устройство и изпълнителни механизми. Извършен е анализ на динамичните характеристики на процеса и е синтезиран алгоритъм за управление, осигуряващ стабилност и минимизиране на отклоненията. Резултатите показват, че предложеното решение позволява надеждна автоматизация на пастеризационния процес и създава предпоставки за внедряване на интелигентни системи за управление в хранително-вкусовата промишленост.

**Г7\_4.** M. Zhilevski and V. Hristov, "Design of an Automated Car Washing System with Verilog HDL," 2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Ankara, Turkey, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/HORA52670.2021.9461184, <https://www.scopus.com/pages/publications/85114493057?origin=resultlist>

В статията е разработена автоматизирана система за управление на автомивка, реализирана чрез програмируема логика с използване на езика Verilog HDL. Предложена е функционална архитектура на системата, включваща последователност от автоматизирани операции – измиване, изплакване и сушене, синхронизирани чрез хардуерен управляващ алгоритъм. Управлението е формализирано като краен автомат, осигуряващ коректна логика на преходите между отделните режими на работа. Извършена е симулация на разработеното управление и е анализирано времето му поведение. Получените резултати демонстрират възможностите на HDL-базирания синтез за реализиране на надеждни системи за автоматизация на технологични процеси в обслужващи и промишлени приложения.

**Г7\_5.** V. Hristov and M. Zhilevski, "Approach for Implementation of Vending Machine through Verilog HDL," 2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Ankara, Turkey, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/HORA55278.2022.9799884, <https://www.scopus.com/pages/publications/85133980406?origin=resultlist>

В статията е предложен подход за проектиране и реализация на автомат за продажба (vending machine) чрез използване на програмируема логика и езика Verilog HDL. Разработен е формален модел на функциониране на системата под формата на краен автомат, който описва основните състояния – въвеждане на монети, избор на продукт, проверка на наличност и издаване на продукт. Управляващият алгоритъм е синтезиран за програмируем логически елемент, което осигурява висока надеждност и детерминирано времево поведение. Чрез симулация е валидирана коректността на логиката на управление и последователността на операциите. Резултатите показват приложимостта на HDL-базирания синтез за изграждане на автоматизирани дискретни системи в областта на индустриалната и сервизната автоматизация.

**Г7\_6.** V. D. Hristov, D. V. Slavov, I. S. Damyanov and G. D. Mladenov, "Machine Learning for Automation of Warehouse Activities," 2022 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), Ruse, Bulgaria, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/EEAE53789.2022.9831208, <https://www.scopus.com/pages/publications/85135877907?origin=resultlist>.

В статията е изследвано приложението на методи за машинно обучение с цел автоматизация на основни дейности в складови системи. Разработен е концептуален модел за интелигентно управление на складови процеси, включващ разпознаване на обекти, класификация на товари и подпомагане на решенията за складиране и комплектоване на поръчки. Анализирани са възможностите за интеграция на алгоритми за машинно обучение в автоматизирани складови системи и роботизирани платформи. Получените резултати демонстрират потенциала на интелигентните алгоритми за повишаване на ефективността, адаптивността и надеждността на складовата

автоматизация, което е в съответствие с концепцията за интелигентни логистични системи в рамките на Индустрия 4.0.

**Г7\_7. V. D. Hristov, D. N. Saliev and D. V. Slavov, "Artificial Intelligence Systems for Warehouses Stocks Control," 2022 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), Ruse, Bulgaria, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/EEAE53789.2022.9831223, <https://www.scopus.com/pages/publications/85135877568?origin=resultlist>**

В статията е разработен подход за управление и контрол на складови наличности чрез прилагане на методи на изкуствения интелект. Предложен е модел на интелигентна складова система, в който са интегрирани алгоритми за анализ на данни, прогнозиране на наличности и подпомагане на управленските решения. Разгледани са възможностите за автоматизирано проследяване на материалните потоци и оптимизация на складовите запаси чрез интелигентна обработка на информацията. Получените резултати показват, че внедряването на AI-базирани алгоритми води до повишаване на ефективността на складовото управление, намаляване на човешкия фактор и подобряване на надеждността на автоматизираните логистични процеси, което е в съответствие с концепциите за интелигентна автоматизация и Индустрия 4.0.

**Г7\_8. V. Hristov, H. Stoyanov and D. Slavov, "Development of Software for Research of Static Mechanical Characteristics in Condenser Mode of Asynchronous Motor," 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2022, pp. 735-740, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932854, <https://www.scopus.com/pages/publications/85142804109?origin=resultlist>**

В статията е разработен специализиран софтуерен инструмент за изследване на статичните механични характеристики на асинхронен електродвигател в кондензаторен режим на работа. Реализиран е алгоритъм за автоматизирано управление на експерименталния процес, събиране и обработка на измервателни данни и визуализация на резултатите. Предложеното решение позволява синтез и анализ на механичните характеристики при различни режими на натоварване, като осигурява по-висока точност и възпроизводимост на изследванията. Получените резултати допринасят за автоматизацията на експерименталните изследвания и оптимизацията на електрозадвижванията в индустриални приложения.

**Г7\_9. V. Hristov, M. Zhilevski and D. Slavov, "Design of Automated Coffee Machine through Verilog HDL," 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2022, pp. 757-760, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932777, <https://www.scopus.com/pages/publications/85142859857?origin=resultlist>**

В статията е представен синтез и реализация на автоматизирана система за управление на кафе машина, базирана на програмируемо логическо устройство (CPLD/FPGA) и описание на логиката чрез езика Verilog HDL. Разработен е формален модел на технологичния процес, включващ последователността от операции за дозиране,

нагриване, екстракция и обслужване на потребителя. Реализиран е автомат за управление на състоянията, който осигурява надеждна и детерминирана работа на системата. Предложеното решение демонстрира приложимостта на хардуерно-описателните езици за автоматизация на дискретни производствени процеси и допринася за повишаване на надеждността и бързодействието на вградените системи за управление.

**Г7\_10. Vladimir Hristov, Marin Zhilevski;** CPLD based design of a washing machine. AIP Conf. Proc. 1 September 2022; 2449 (1): 030006. <https://doi.org/10.1063/5.0091000>,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85138058872?origin=resultlist>.

В статията е разработена и реализирана автоматизирана система за управление на перална машина, базирана на програмируемо логическо устройство от тип CPLD и описание на логиката чрез хардуерно-описателен език. Извършен е синтез на алгоритъма за управление на технологичния процес, включващ фазите пълнене, пране, изплакване и центрофугиране. Управлението е реализирано чрез краен автомат на състоянията, осигуряващ коректна последователност на операциите и синхронизация между изпълнителните механизми. Предложеното решение демонстрира възможностите за прилагане на програмируеми логически устройства при автоматизацията на битови и промишлени процеси, като се постига повишена надеждност, модулност и гъвкавост на системата за управление.

**Г7\_11. V. D. Hristov, K. H. Hristov, H. L. Stoyanov and D. V. Slavov,** "Laboratory stand for research of energy characteristics on electric drives with two direction energy exchange," 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2022, pp. 731-734, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932738, <https://www.scopus.com/pages/publications/85142847814?origin=resultlist> .

В статията е разработен и реализиран лабораторен стенд за експериментално изследване на енергийните характеристики на електрозадвижвания с двупосочен обмен на енергия. Представена е структурата на стенда, включваща електродвигател, силов преобразувател и система за управление и измерване на електрически и механични величини. Извършен е синтез на алгоритми за управление и регистрация на енергийните потоци при моторен и генераторен режим на работа. Предложеното решение позволява експериментално изследване на ефективността, загубите и динамичните режими на електрозадвижванията при рекуперация на енергия. Разработеният лабораторен комплекс представлява ефективен инструмент за обучение и научни изследвания в областта на автоматизацията и управлението на електрозадвижвания.

**Г7\_12. B. Kostov and V. Hristov,** "Programming Methods Comparison in Mitsubishi MELFA Robots," 2022 7th International Conference on Mechanical Engineering and Robotics Research (ICMERR), Krakow, Poland, 2022, pp. 61-64, doi: 10.1109/ICMERR56497.2022.10097817, <https://www.scopus.com/pages/publications/85156154120?origin=resultlist>.

В статията е извършен сравнителен анализ на различни методи за програмиране на индустриални работи Mitsubishi MELFA, използвани в автоматизирани производствени процеси. Разгледани са класическият метод за обучение чрез ръчно водене (teach-in), офлайн програмирането и използването на високоневови програмни интерфейси.

Извършена е експериментална оценка на влиянието на избрания метод върху точността на позициониране, времето за настройка и производителността на роботизираната клетка. Получените резултати показват предимствата на структурираното програмно управление при задачи за манипулиране и обслужване на технологично оборудване. Направените изводи подпомагат избора на оптимална стратегия за програмиране на индустриални работи в системи за автоматизация на производството.

**Г7\_13.** D. Pepedzhiev and **V. Hristov**, "Software for image analysis and inspection of optical lens," 2023 27th International Conference on Information Technology (IT), Zabljak, Montenegro, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/IT57431.2023.10078533,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85152368229?origin=resultlist>.

В статията е разработена софтуерна система за автоматизиран анализ на изображения и контрол на качеството на оптични лещи в производствени условия. Предложен е алгоритмичен подход за предварителна обработка на изображенията, сегментация на областите от интерес и извличане на геометрични и фотометрични характеристики на повърхността. Реализирани са методи за откриване на дефекти като драскотини, петна и нееднородности, които влияят върху оптичните свойства на изделията. Системата позволява обективна и възпроизводима оценка на качеството и може да бъде интегрирана в автоматизирани линии за оптично производство. Получените резултати доказват приложимостта на машинното зрение като ефективно средство за автоматизация на контрола на качеството.

**Г7\_14.** D. Slavov, **V. Hristov** and A. Slavova, "Distributed Machine Learning through Transceiver Competitive Connectivity of Remote Computing Systems," 2023 International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI), Sozopol, Bulgaria, 2023, pp. 1-7, doi: 10.1109/COMSCI59259.2023.10315948,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85186348806?origin=resultlist> .

В статията е предложена архитектура за разпределено машинно обучение, базирана на конкурентна свързаност между отдалечени изчислителни системи чрез комуникационни трансивъри. Разработен е модел за обмен и синхронизация на обучаващи данни и параметри между автономни възли, което позволява паралелна обработка и адаптивно самообучение на системата. Анализирани са механизмите за оптимизиране на комуникационния трафик и устойчивостта при загуба на връзка между отделни възли. Предложеният подход създава предпоставки за изграждане на мащабируеми интелигентни системи за автоматизация, в които обучението и вземането на решения се осъществяват децентрализирано. Получените резултати демонстрират приложимостта на разпределеното машинно обучение за сложни автоматизирани и роботизирани системи.

**Г7\_15.** A. Ismailov and **V. Hristov**, "Simulating a Pobot's Movement Using Game/Physics Engine," 2023 International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI), Sozopol, Bulgaria, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/COMSCI59259.2023.10315803,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85186315780?origin=resultlist>.

В статията е разработен подход за симулиране на движението на мобилен робот чрез използване на игрови и физичен енджин. Изградена е виртуална среда, в която се моделират кинематиката, динамиката и взаимодействието на робота с околната среда. Реализирани са алгоритми за управление на движението и за избягване на препятствия, които позволяват тестване на стратегии за навигация без необходимост от физически прототип. Направен е анализ на точността на симулационния модел спрямо реални условия. Предложеният метод подпомага процесите на проектиране, оптимизация и верификация на системи за управление в автоматизирани и роботизирани производствени и логистични системи.

**Г7\_16.** К. Hristov and **V. Hristov**, "Servo Drive Control System," 2023 International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI), Sozopol, Bulgaria, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/COMSCI59259.2023.10315927, <https://www.scopus.com/pages/publications/85186326494?origin=resultlist>.

Статията представя лабораторна система за управление на сервоелектрозадвижване, предназначена за обучение и експериментални изследвания на режими за управление по положение, скорост и момент. Описана е архитектурата на системата, включваща програмируем логически контролер, сервоусилвател, серводвигател с енкодер и графичен интерфейс за наблюдение и управление. Представени са методи за конфигуриране, автоматична настройка и визуализация на динамичните характеристики на задвижването. Експерименталните резултати показват висока точност на позициониране и стабилност на управлението, което потвърждава приложимостта на системата както за учебни цели, така и за изследване на сервоуправляеми електрозадвижвания.

**Г7\_17.** **V. Hristov** and D. Slavov, "Stand For Research And Optimization Of DC Electric Drives With Digital Program Control," 2023 7th International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies (ISAS), Istanbul, Turkiye, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISAS60782.2023.10391716, <https://www.scopus.com/pages/publications/85184828793?origin=resultlist>.

В статията е разработен лабораторен стенд за изследване и оптимизация на постояннотокови електрозадвижвания с цифрово програмно управление. Реализирана е хардуерно-софтуерна структура, позволяваща експериментално изследване на статичните и динамичните характеристики на задвижването при различни режими на натоварване и управление. Разработени са алгоритми за регулиране на скоростта и момента, както и методи за оценка на енергийната ефективност на системата. Предложеният стенд създава условия за синтез и настройка на системи за управление на електрозадвижвания, използвани в автоматизирани производствени процеси и мехатронни системи.

**Г7\_18.** R. Miletiev, G. Mladenov, R. Yordanov, D. Saliev and **V. Hristov**, "Road traffic analysis for management of the intelligent transport system," 2023 31st National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM59629.2023.10409666, <https://www.scopus.com/pages/publications/85186116081?origin=resultlist>.

В статията е разработен подход за анализ на пътния трафик с цел подпомагане управлението на интелигентни транспортни системи. Изградена е система за събиране и обработка на данни от пътната инфраструктура и превозните средства, позволяваща оценка на интензивността на трафика и откриване на критични зони. Реализирани са алгоритми за обработка и синтез на информацията, насочени към оптимизиране на управлението на транспортните потоци и повишаване на безопасността. Предложеният подход има приложение в автоматизирани системи за мониторинг и управление на градската инфраструктура и представлява пример за интеграция на интелигентни методи в системи за автоматизация по отрасли.

**Г7\_19.** I. Damyanov, D. Saliev, K. Dimitrov and **V. Hristov**, "Advanced management technologies for intelligent cattle breeding systems," 2024 9th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), Ruse, Bulgaria, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/EEAE60309.2024.10600554, <https://www.scopus.com/pages/publications/85200796657?origin=resultlist>.

В статията е разработена концепция за прилагане на съвременни технологии за управление в интелигентни системи за животновъдство. Предложена е архитектура на автоматизирана система за мониторинг и управление на процесите в животновъдни ферми, базирана на събиране и обработка на данни от сензорни устройства. Реализирани са алгоритми за анализ и синтез на информацията, позволяващи оптимизация на условията за отглеждане, повишаване на производителността и подобряване на контрола върху биологичните процеси. Разработката демонстрира прилагане на принципите на автоматизацията по отрасли в селскостопански системи и разширява възможностите за внедряване на интелигентни управленски решения в аграрния сектор.

**Г7\_20.** **V. Hristov**, I. Damyanov and I. Chekurov, "Robot to collect cattle droppings from pastures - concept," 2024 9th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), Ruse, Bulgaria, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/EEAE60309.2024.10600560, <https://www.scopus.com/pages/publications/85205999084?origin=resultlist>.

В статията е разработена концепция за автономен мобилен робот, предназначен за събиране на животински отпадъци от пасища. Предложена е структурна схема на роботизираната система, включваща задвижващ механизъм, система за навигация и сензорен модул за откриване и локализация на обекти. Формулирани са принципи за автоматизирано управление на движението и работния цикъл на робота, насочени към минимизиране на човешката намеса и повишаване на ефективността на процеса по почистване. Разработката демонстрира приложение на роботизацията и интелигентната автоматизация в селскостопански условия и разширява обхвата на автоматизацията на производството по отрасли към аграрния сектор.

**Г7\_21.** **V. Hristov**, "Electric DC Drive System Allow Two Direction Energy Exchange," 2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Sozopol, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST62335.2024.10639798, <https://www.scopus.com/pages/publications/85203688394?origin=resultlist>.

Статията представя експериментална установка за изследване на електрозадвижване с постояннотокови сервомотори, работещо в четирите квадранта на механичната характеристика и позволяващо двупосочен енергиен обмен с електрозахранващата мрежа. Описана е система от два механично свързани постояннотокови двигателя, управлявани чрез тиристорни преобразуватели, като единият работи в двигателен, а другият – в генераторен режим. Анализирани са режимите на управление и настройките на токовия и скоростния регулатор, както и влиянието им върху динамичните характеристики на системата. Получените експериментални резултати показват възможност за стабилна работа с рекуперация на енергия и висока точност на регулиране, което прави системата подходяща за научни изследвания и приложения в подемно-транспортни механизми.

**Г7\_22. V. Hristov** and I. Chekurov, "A Concept for Smart Warehouses Management for Cow Faeces," 2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Sozopol, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST62335.2024.10639627, <https://www.scopus.com/pages/publications/85203705984?origin=resultlist>.

В статията е разработена концепция за интелигентна система за управление на складове за животински отпадъци, базирана на принципите на автоматизацията и дигитализацията на логистичните процеси. Предложена е архитектура на система за мониторинг, събиране и обработка на данни за количествата и състоянието на складирания материал. Разработени са подходи за автоматизирано планиране и оптимизация на складовите операции, насочени към повишаване на ефективността на управление и намаляване на експлоатационните разходи. Разработката представлява приложение на интелигентни управленски технологии в аграрната логистика и разширява областта на автоматизацията на производството по отрасли към системи за съхранение и управление на биологични отпадъци.

**Г7\_23. A. Ismailov** and **V. Hristov**, "YOLO Performance Comparison on Stock Images of Grocery Products," 2024 32nd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM63374.2024.10812185, <https://www.scopus.com/pages/publications/85215509257?origin=resultlist>.

В статията е извършен сравнителен анализ на ефективността на различни реализации на алгоритъма YOLO при разпознаване на обекти в изображения на хранителни продукти. Изследвани са показателите за точност, бързодействие и надеждност на детекцията при различни конфигурации на модела. Получените резултати са използвани за оценка на приложимостта на дълбокото обучение в автоматизирани системи за визуална инспекция и контрол. Разработката демонстрира възможностите за внедряване на методи за изкуствен интелект в системи за автоматизация на производствени и логистични процеси, свързани с класификация и идентификация на продукти.

**Г7\_24. A. Slavova** and **V. Hristov**, "Application of Reinforcement Learning in Autonomous Mobile Robots," 2024 32nd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM63374.2024.10812227, <https://www.scopus.com/pages/publications/85215513745?origin=resultlist> .

В статията е разработен и изследван подход за управление на автономен мобилен робот чрез методи на подсилващо обучение (Reinforcement Learning). Представен е модел на обучаваща се система, която формира стратегия за движение и вземане на решения въз основа на взаимодействие със средата. Анализирани са възможностите за подобряване на адаптивността и автономността на роботизирани платформи при навигация и избягване на препятствия. Резултатите демонстрират приложимостта на методи от изкуствения интелект в автоматизирани роботизирани системи и потвърждават потенциала им за интеграция в интелигентни производствени и логистични среди.

**Г7\_25. V. Hristov** and I. Chekurov, "Laboratory Set-Up For The Research Of Roller Conveyors For Logistics Warehouses," 2024 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2024, pp. 525-530, doi: 10.1109/ICAI63388.2024.10851599,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85218213458?origin=resultlist> .

В статията е разработена и реализирана лабораторна установка за експериментално изследване на ролкови конвейерни системи, използвани в логистични и складови автоматизирани комплекси. Представена е конструкцията на стенда, както и архитектурата на системата за управление и измерване на основни експлоатационни параметри – скорост, натоварване и енергийни характеристики. Анализирани са възможностите за оптимизация на транспортните процеси чрез регулиране на режимите на задвижване и управление. Получените резултати потвърждават приложимостта на разработената установка като средство за синтез, тестване и оптимизация на автоматизирани транспортни системи в производствени и логистични среди.

**Г7\_26. Dimitrov, Kaloyan, and Vladimir Hristov.** 2024. "Robustness and Scalability of Incomplete Virtual Pheromone Maps for Stigmergic Collective Exploration" Processes 12, no. 10: 2122. <https://doi.org/10.3390/pr12102122>,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85207374526?origin=resultlist> .

В статията е разработен и анализиран метод за колективна автономна навигация и изследване на среда чрез използване на виртуални феромонни карти в рамките на стигмергичен подход. Представен е модел на непълни виртуални феромонни карти, който позволява ефективно разпределение на изследователските задачи между множество мобилни агенти без централизирано управление. Извършен е анализ на устойчивостта и мащабируемостта на предложеното решение при различен брой агенти и частична информация за средата. Резултатите показват, че методът осигурява стабилно поведение на системата и добра адаптивност при нарастване на броя на роботите, което го прави приложим за автоматизирани складови, производствени и логистични системи с колективно управление.

**Г7\_27. V. Hristov** and D. Pepedzhiev, "Digital Image Analysis of Surface Quality in Manufactured Flat Optical Lenses," 2025 14th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/MECO66322.2025.11049202,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/105010514575?origin=resultlist> .

В статията е разработен метод за автоматизиран контрол на качеството на плоски оптични лещи чрез цифрова обработка и анализ на изображения. Предложен е алгоритмичен подход за откриване, сегментация и класификация на повърхностни

дефекти, базиран на извличане на информативни признаци от изображения с висока резолюция. Реализирана е софтуерна система за визуална инспекция, интегрируема в автоматизирани производствени линии. Експерименталните резултати показват висока чувствителност към микро-дефекти и стабилност на анализа при различни условия на осветяване, което демонстрира приложимостта на разработката за интелигентна автоматизация на процесите за контрол на качеството в оптичното производство.

**Г7\_28. V. Hristov**, "Control of Single-Axis Servo Motor Drive with PLC Controller," 2025 14th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2025, pp. 1-8, doi: 10.1109/MECO66322.2025.11049233, <https://www.scopus.com/pages/publications/105010386167?origin=resultlist>.

В статията е разработена система за автоматизирано управление на едноосен сервоелектрозадвижващ механизъм, реализирана чрез програмируем логически контролер (PLC). Представен е структуриран подход за синтез на управляващия алгоритъм, включващ генериране на задаващи сигнали, обратна връзка по положение и скорост и цифрова обработка на управляващите величини. Изследвана е динамиката на системата при различни режими на работа и са анализирани показателите за точност, бързодействие и устойчивост. Получените резултати демонстрират приложимостта на разработеното решение за автоматизация на позициониращи механизми в индустриални роботизирани и мехатронни системи.

**Г7\_29. A. Ismailov and V. Hristov**, "Brochure Segmentation Methodology," 2025 14th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2025, pp. 1-5, doi: 10.1109/MECO66322.2025.11049297, <https://www.scopus.com/pages/publications/105010533099?origin=resultlist> .

В статията е разработена методология за автоматизирана сегментация на изображения на брошури и печатни документи с цел структуриране и анализ на визуалното съдържание. Предложен е алгоритмичен подход за разделяне на изображението на логически области (текстови полета, графични елементи и фонове зони) чрез прилагане на методи за цифрова обработка на изображения и извличане на характерни признаци. Реализирана е експериментална система за обработка на документни изображения, която демонстрира висока точност при сегментация на сложни композиции. Получените резултати показват приложимостта на разработения метод в системи за автоматизация на документооборота, визуална инспекция и интелигентна обработка на производствена и търговска документация.

**Г7\_30. A. Ismailov and V. Hristov**, "Pruning YOLOv8 Detection Models Using Sipp Pruning Method," 2025 60th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Ohrid, North Macedonia, 2025, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST66328.2025.11098194, <https://www.scopus.com/pages/publications/105014348265?origin=resultlist>.

В статията е изследван и приложен метод за оптимизация на дълбоки невронни мрежи за обектно разпознаване чрез прилагане на SIPP pruning метод върху модели от типа YOLOv8. Разработен е подход за редуциране на броя параметри и изчислителната

сложност на модела при запазване на висока точност на детекция. Извършен е сравнителен анализ между оригинални и оптимизирани модели по показатели като точност, време за обработка и ресурсна ефективност. Получените резултати демонстрират възможност за внедряване на олекотени модели за машинно зрение в системи за автоматизация на производството, вградени системи и роботизирани платформи с ограничени изчислителни ресурси.

**Г7\_31. V. D. Hristov** and D. P. Pepedzhiev, "Defects in the Finishing Process of Micro-Optical Lenses: Analysis and Mitigation Strategies," 2025 60th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Ohrid, North Macedonia, 2025, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST66328.2025.11098313, <https://www.scopus.com/pages/publications/105014338076?origin=resultlist>.

Статията разглежда дефектите, възникващи при довършителната обработка на микрооптични лещи, и тяхното влияние върху оптичните характеристики. Анализирани са основните типове повърхностни и подповърхностни дефекти, както и съвременни методи за тяхното откриване, включително атомно-силова микроскопия, бяла светлинна интерферометрия и конфокална микроскопия. Идентифицирани са ключовите технологични фактори, водещи до възникване на дефекти, като механично натоварване, неточности в инструментите и смущения при измерване, като се подчертава необходимостта от усъвършенствани технологични и интелигентни подходи за повишаване на качеството на микрооптичните лещи.

**Г7\_32. V. D. Hristov** and D. P. Pepedzhiev, "Digital Image Analysis of Surface Quality in the Production of Convex Optical Lenses," 2025 60th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Ohrid, North Macedonia, 2025, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST66328.2025.11098351, <https://www.scopus.com/pages/publications/105014375922?origin=resultlist>.

В статията е разработен и изследван метод за цифров анализ на изображения за оценка на повърхностното качество на изпъкнали оптични лещи в производствен процес. Реализиран е алгоритъм за автоматизирано откриване и класификация на повърхностни дефекти чрез обработка на изображения, включваща филтрация, сегментация и извличане на информативни признаци. Извършен е експериментален анализ на влиянието на параметрите на изображението и осветлението върху надеждността на детекцията. Получените резултати показват възможност за внедряване на разработения подход в системи за автоматизиран контрол на качеството в оптичното и прецизното производство, като част от интелигентни производствени линии.

**Г7\_33. Damyanov, I., Mladenov, G., Saliev, D., Miletiev, R., Dimitrov, K., & Hristov, V.** (2025). Infrared Thermal Monitoring of Intersection Elements of Urban Road Infrastructure and Road Traffic Via Drone. *Civil Engineering Journal*, 11(5), 1739–1755. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2025-011-05-02>, <https://www.scopus.com/pages/publications/105007694081?origin=resultlist>

В статията е разработен и анализиран метод за дистанционен мониторинг на елементи от градската пътна инфраструктура и пътния трафик чрез използване на безпилотен летателен апарат, оборудван с инфрачервена термокамера. Реализирана е система за

термовизионно заснемане и обработка на данни за идентифициране на температурни аномалии в пътната настилка и конструктивните елементи на кръстовища. Извършен е експериментален анализ на възможностите за откриване на дефекти, зони с повишено натоварване и интензивност на трафика. Получените резултати демонстрират приложимостта на разработения подход за интелигентно управление и поддръжка на градската инфраструктура в рамките на системи за интелигентен транспорт и автоматизиран мониторинг.

**Г7\_34.** A. Slavova and **V. Hristov**, "Policy Interpretation for Deep Reinforcement Learning," 2025 International Conference Automatics, Robotics and Artificial Intelligence (ICARAI), Sozopol, Bulgaria, 2025, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICARAI67046.2025.11137898, <https://www.scopus.com/pages/publications/105017626346?origin=resultlist> .

В статията е изследван проблемът за интерпретируемостта на политиките за управление, получени чрез методи на дълбокото подсилващо обучение (Deep Reinforcement Learning), в контекста на автономни и автоматизирани системи. Разработен е подход за анализ и формализиране на поведението на обучени модели чрез извличане на зависимости между състоянията на средата и управляващите действия. Представени са методи за визуализация и оценка на политиките с цел повишаване на надеждността и предсказуемостта на управлението. Получените резултати допринасят за внедряване на алгоритми за изкуствен интелект в системи за автоматизация и роботизирано управление, при които се изисква проследимост и обяснимост на вземаните решения.

**Г7\_35.** Slavova, Anastasiya, and **Vladimir Hristov**, "Mapless Navigation with Deep Reinforcement Learning in Indoor Environment", 2025, Engineering Proceedings 100, no. 1: 63. <https://doi.org/10.3390/engproc2025100063>, <https://www.scopus.com/pages/publications/105017742354?origin=resultlist>.

В статията е разработен подход за автономна навигация на мобилен робот във вътрешна среда без използване на предварително изградена карта (mapless navigation), базиран на методи на дълбокото подсилващо обучение (Deep Reinforcement Learning). Реализиран е модел за вземане на решения в реално време чрез обучение от взаимодействие със средата, като се използват сензорни данни за избягване на препятствия и оптимално планиране на траекторията. Проведен е експериментален анализ на устойчивостта и ефективността на предложения алгоритъм в симулирана и реална среда. Резултатите показват възможност за приложение на метода в автономни роботизирани системи и интелигентни транспортни и логистични приложения, свързани с автоматизацията на навигационните процеси.

**Г7\_36.** Mladenov, Georgi, Nikola Kuzmanov, and **Vladimir Hristov**, "Research on and Analysis of Brake Fluid Impact on Brake System Performance" 2025, Engineering Proceedings 100, no. 1: 27. <https://doi.org/10.3390/engproc2025100027>, <https://www.scopus.com/pages/publications/105017782936?origin=resultlist> .

В статията е проведено експериментално изследване и анализ на влиянието на свойствата на спирачната течност върху експлоатационните характеристики на автомобилна спирачна система. Разработена е методика за измерване и обработка на данни, свързани с налягане, температура и динамика на спирачния процес. Извършена е автоматизирана

регистрация и анализ на параметрите при различни режими на натоварване. Получените резултати позволяват синтез на зависимости между физико-химичните свойства на работната среда и ефективността на управляемите технически системи, което има значение за автоматизирания контрол и диагностика на мехатронни и транспортни системи.

**Г8\_1. Hristov, V. D, Ionkov, T. S, 2020, POSITION CONTROL OF ASYNCHRONOUS MOTOR BY VECTOR CONTROL, Proceedings of the Technical University – Sofia, pp. 50-59, [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper\\_10.47978@TUS.2020.70.01.006.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper_10.47978@TUS.2020.70.01.006.pdf)**

В статията е разработен и изследван метод за управление на положението на асинхронен електродвигател чрез векторно управление. Представен е математичен модел на електрозадвижването и е реализиран алгоритъм за декомпозиция на токовите компоненти с цел независимо управление на въртящия момент и магнитния поток. Разработена е система за автоматизирано регулиране на положението с използване на обратна връзка и цифрово управление. Проведен е експериментален анализ на динамичните и статичните характеристики на системата, като са оценени точността, устойчивостта и бързодействието на задвижването. Резултатите демонстрират приложимостта на предложеното решение за автоматизирани електрозадвижващи системи в индустриални приложения.

**Г8\_2. Tsvetoslav Tsvetanov Iliev, Hristov, V. D, Nikolina Georgieva Vladimirova, Miroslav Ivailov Nikolov, 2023, СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗИРАНО СЪБИРАНЕ И АНАЛИЗ НА ДАННИ ОТ ПЧЕЛНИ КОШЕРИ, ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ – ЛОВЕЧ НАЦИОНАЛНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ TechCo-2023, Ловеч, pp., <https://www.tugab.bg/images/tk-lovech/Techco-Lovech-23-web.pdf>**

В статията е разработена система за автоматизирано събиране, обработка и анализ на данни от пчелни кошери с цел мониторинг на биологичното и екологичното състояние на пчелните семейства. Представена е архитектура на вградена измервателна система, включваща сензори за температура, влажност, маса и акустични параметри, както и комуникационен модул за дистанционно предаване на данни. Реализиран е софтуерен модул за автоматизиран анализ и визуализация на измерените параметри. Системата осигурява условия за интелигентно управление и оптимизация на процесите в пчеларството и представлява приложим пример за автоматизация на биологични производствени процеси.

**Г8\_3. Denis Mustafov Ismetov, Hristov, V. D, Dimitar Georgiev Zhelev, Aleksandar Iuriev Hadzhidimitrov, 2023, Система за преработка на пластмасови бутилки във фрагмент за нуждите на 3D принтерите, ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ – ЛОВЕЧ НАЦИОНАЛНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ TechCo-2023, Ловеч, pp., <https://www.tugab.bg/images/tk-lovech/Techco-Lovech-23-web.pdf>**

В статията е представена автоматизирана система за рециклиране на пластмасови бутилки чрез преобразуването им във филament, предназначен за използване в 3D принтери. Разработена е функционална структура на технологичната линия, включваща етапи за раздробяване, термична обработка и екструдирание на материала. Реализирани

са модули за управление на температурните режими и скоростта на екструзия с цел осигуряване на стабилни геометрични и механични характеристики на получения филament. Системата представлява приложно решение в областта на автоматизацията на процеси за оползотворяване на отпадъчни материали и внедряване на принципите на кръговата икономика в производствени системи.

**Г8\_4. Владимир Христов, УПРАВЛЕНИЕ НА АСИНХРОННИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ С МАТРИЧНИ ИНВЕРТОРИ**, Годишник на Технически Университет - София, том 69, книга 2, 2019, ISSN 1311-0829, [https://proceedings.tu-sofia.bg/volumes/Proceedings\\_volume\\_69\\_book\\_2\\_2019.pdf](https://proceedings.tu-sofia.bg/volumes/Proceedings_volume_69_book_2_2019.pdf)

В публикацията е изследвано управлението на асинхронни електрозадвижвания, реализирано чрез използване на матрични инвертори като алтернатива на класическите честотни преобразуватели. Разработени са модели на електрозадвижването и силовия преобразувател, както и алгоритми за формиране на управляващите сигнали с цел осигуряване на стабилни динамични и енергийни характеристики. Анализирани са режимите на работа и влиянието на матричния инвертор върху качеството на електрическата енергия и регулирането на скоростта. Получените резултати имат пряко приложение при автоматизацията на промишлени задвижвания и енергийно-ефективни производствени системи.

**Г8\_5. Boris Kostov, Vladimir Hristov, Algorithm for PICKING, orienting and PLACING an object with a 6-axis robot and a 2D visual inspection camera**, Годишник на Технически Университет – София, том 70, книга 1, 2020 , DOI: 10.47978/TUS.2020.70.01.005, [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper\\_10.47978@TUS.2020.70.01.005.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper_10.47978@TUS.2020.70.01.005.pdf)

В статията е разработен и експериментално валидиран алгоритъм за автоматизирано захващане, ориентиране и позициониране на обекти с 6-осен индустриален робот, използващ 2D система за машинно зрение. Реализирана е функционална интеграция между визуалната система и управляващата система на робота чрез преобразуване на координатите от изображението в работна координатна система. Предложеното решение осигурява повишена точност на позициониране и устойчивост при вариации в положението на детайлите. Алгоритъмът е приложим в автоматизирани производствени клетки за монтаж, сортиране и инспекция и представлява съществен принос в областта на визуално-базираното управление на роботизирани системи.

**Г8\_6. Vladimir D. Hristov, Todor S. Ionkov, Richard E. Bashev, SOFTWARE TO RESEARCH THE STATIC MECHANICAL CHARACTERISTIC OF DC MOTORS**, DOI: 10.47978/TUS.2021.71.03.007, [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper\\_10.47978@TUS.2021.71.03.007.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper_10.47978@TUS.2021.71.03.007.pdf)

В публикацията е разработен софтуерен инструмент за изследване и анализ на статичните механични характеристики на постояннотокови електродвигатели. Реализирани са функции за автоматизирано управление на режима на натоварване и за регистриране на експериментални данни, позволяващи синтез и визуализация на характеристиките момент–скорост. Системата осигурява възможност за сравнение между теоретични и експериментални резултати и подпомага процесите на диагностика и оптимизация на електрозадвижвания. Разработката има приложение при

автоматизацията на лабораторни изпитвателни стендове и в обучението по електрозадвижвания и индустриална автоматизация.

**Г8\_7.** Danail V. Slavov, **Vladimir D. Hristov**, REMOTE WI-FI CONTROL OF A HOLONOMIC MOBILE ROBOT, PROCEEDINGS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF SOFIA, ISSN: 2738-8549, VOL. 71, NO. 3, YEAR 2021 ,DOI: 10.47978/TUS.2021.71.03.005, [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper\\_10.47978@TUS.2021.71.03.005.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper_10.47978@TUS.2021.71.03.005.pdf)

В статията е разработена система за дистанционно управление на холономен мобилен робот чрез безжична Wi-Fi комуникация. Представена е архитектура на управляващата система, включваща комуникационен модул, управляващ алгоритъм и софтуерен интерфейс за операторска намеса в реално време. Реализирани са функции за управление на движението по няколко степени на свобода, както и за мониторинг на основни експлоатационни параметри. Разработката демонстрира интеграция на вградени системи и мрежови технологии в задачи по мобилна роботика и автоматизация и създава предпоставки за приложение в интелигентни транспортни и сервизни роботизирани системи.

**Г8\_8.** Slavov D, Slavova A, **Hristov V.**, Research on Computer Vision Models for Deep Learning in Autonomous Mobile Robots[J]. IOP Publishing Ltd, 2024.IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1317 012011, DOI 10.1088/1757-899X/1317/1/012011, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1317/1/012011>

В статията е представено изследване и сравнителен анализ на модели за компютърно зрение, базирани на дълбоко обучение, предназначени за приложение в автономни мобилни роботи. Разгледани са различни архитектури на невронни мрежи за разпознаване и локализация на обекти в реална среда, като е оценено тяхното влияние върху точността, изчислителната сложност и времето за реакция на роботизираната система. Получените резултати показват възможности за оптимизация на визуалното възприятие при автономна навигация и избягване на препятствия. Разработката допринася за синтеза на интелигентни алгоритми за възприятие и управление в мобилни роботизирани системи.

**Г8\_9.** V. Hristov, M. Doichev, A. Ismailov and D. Pepedzhiev, "Performance Analysis of Classical vs. Machine Learning-Based Image Segmentation Algorithms in a Java Web Environment," 2025 9th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkiye, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-8, doi: 10.1109/ISMSIT67332.2025.11267891, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11267891>

В статията е представен сравнителен анализ между класически алгоритми за сегментация на изображения и методи, базирани на машинно обучение, реализирани в веб-базирана среда на езика Java. Изследвани са показатели като точност на сегментацията, изчислителна ефективност и устойчивост при различни типове изображения. Разработена е експериментална платформа за тестване и визуализация на резултатите, позволяваща обективна оценка на приложимостта на двата подхода в задачи по автоматизиран визуален контрол. Получените резултати допринасят за синтеза на

методи за интелигентна обработка на изображения в системи за автоматизация и обучение.

**Г8\_10. V. Hristov, M. Doichev, A. Ismailov and D. Pepedzhiev, "A Web-Based Image Segmentation Tool for Educational Purposes Using Java," 2025 9th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkiye, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISMSIT67332.2025.11267869, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11267869> .**

В статията е разработен веб-базиран софтуерен инструмент за сегментация на изображения, реализиран на езика Java, предназначен за образователни и изследователски цели. Представена е архитектура на системата, позволяваща интеграция на класически и интелигентни алгоритми за сегментация, както и интерактивна визуализация на резултатите. Инструментът осигурява среда за експериментално изследване на алгоритми за цифрова обработка на изображения и машинно обучение, като подпомага обучението по автоматизиран визуален контрол и интелигентни системи за анализ на изображения. Разработката има практическо приложение в подготовката на специалисти в областта на автоматизацията и компютърното зрение.

**Г8\_11. V. Hristov and D. Pepedzhiev, "Development and Implementation of a 2D Vision-Guided Robotic System for Industrial Inspection and Manipulation," 2025 33rd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM66943.2025.11304072, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11304072>.**

В статията е разработена и експериментално валидирана система за роботизирано управление, базирана на 2D машинно зрение, предназначена за автоматизиран индустриален контрол и манипулиране на обекти. Представена е архитектура на система за визуално водене на робот, включваща камера, алгоритми за обработка на изображения и интерфейс за комуникация с индустриален робот. Реализирани са методи за откриване, локализация и ориентация на детайли в работната зона, позволяващи автоматизирано позициониране и инспекция. Получените резултати демонстрират повишена точност и повторемост на манипулационните операции, както и възможност за интеграция на системата в реални индустриални производствени процеси.

**Г8\_12.V. Hristov and A. De Amorim, "Development of a Remote Control Interface for a Mobile Robot using ROS and LabVIEW," 2025 33rd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM66943.2025.11304036, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11304036>.**

В статията е разработен и реализиран софтуерен интерфейс за дистанционно управление на мобилен робот, базиран на интеграция между средата ROS и графичната платформа LabVIEW. Представена е архитектура за комуникация между управляващия компютър и роботизираната платформа, осигуряваща обмен на данни в реално време. Реализирани са функции за телеметрия, визуализация на състоянието и ръчно управление на движението. Предложеното решение позволява гъвкаво експериментиране с алгоритми

за управление и навигация и създава предпоставки за внедряване в учебни и изследователски среди в областта на автоматизацията и роботиката.

**Г8\_13.V. Hristov** and A. De Amorim, "A ROS and MATLAB/Simulink Framework for Modeling and Control of a Robotic Manipulator," 2025 33rd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM66943.2025.11304077, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11304077>.

В статията е разработена и експериментално валидирана интегрирана рамка за моделиране и управление на роботизиран манипулатор чрез съвместно използване на средите ROS и MATLAB/Simulink. Представена е архитектура за обмен на данни в реално време между симулационната среда и физическата роботизирана система. Реализирани са модели на кинематиката и динамиката на манипулатора, както и алгоритми за позиционно и траекторно управление. Предложеното решение осигурява гъвкава платформа за изследване, синтез и верификация на алгоритми за управление и създава условия за ефективно внедряване в автоматизирани роботизирани системи.

**Abstracts of the Scientific Works**  
**of Assoc. Prof. Dr. Vladimir Dimitrov Hristov**  
submitted for participation in a competition for the academic position of “**Professor**”  
in the field of higher education **5. Technical Sciences**,  
professional field **5.2. Electrical Engineering, Electronics and Automation**,  
scientific specialty **Automation of Production (by branches)**  
announced in the **State Gazette issue 101/27.11.2025**.

For participation in the competition for the position of professor under indicator B, **11 scientific publications** are presented in journals that are refereed and indexed in internationally recognized scientific databases. These publications are considered **equivalent to a monographic work**, unified under the general theme: “**Intelligent Methods and Architectures for Automation of Robotic Manufacturing Systems.**”

Modern manufacturing systems are developing in conditions of intensive digitalization, automation, and the implementation of intelligent control tools, driven by the need to increase productivity, quality, and flexibility of technological processes. This evolution is conceptually related to the Industry 4.0 paradigm, where the manufacturing environment is considered a cyber-physical system enabling close interaction between physical processes, computational resources, and communication networks.

In this context, classical automated production lines based on predefined control algorithms are gradually transforming into intelligent manufacturing systems, characterized by capabilities for perception, analysis, and adaptation to dynamically changing operating conditions. Industrial robots are becoming the main execution element of these systems, with their functional role expanding from the execution of strictly deterministic trajectories to the implementation of adaptive, vision-based, and partially autonomous operations.

A significant limitation in classical robotic manufacturing systems arises from geometric inaccuracies, assembly deviations, and uncertainties in the spatial arrangement of technological objects. This necessitates the development of methods for automated calibration, coordinate alignment, and dynamic motion correction, ensuring sustainable improvement in the accuracy and repeatability of robotic operations.

Machine vision is emerging as a key information channel for building closed-loop control systems in intelligent robotic environments. Through digital image processing and geometric modeling methods, it becomes possible to determine the position and orientation of objects in the workspace, which is a prerequisite for implementing vision-based control and adaptive correction of control actions applied to the manipulator.

At the same time, a steady trend toward the decentralization of control functions is observed through the use of external computational platforms and intelligent edge devices. These platforms expand the functional capabilities of industrial robot controllers by enabling the execution of resource-intensive algorithms for data processing, communication, and monitoring. As a result, the robotic manufacturing cell transforms into a distributed control system with a hierarchical structure, including subsystems for perception, control, and decision-making.

The integration of machine vision, external computational modules, and communication interfaces leads to the formation of cyber-physical robotic systems, where physical processes are tightly linked with digital models and control algorithms. This approach creates the prerequisites for implementing the principles of the digital twin, in which the virtual representation of the technological process is used for analysis, optimization, and adaptation of the real system.

Within this scientific and applied context, the present publications, equivalent to a monographic work, are aimed at the development, investigation, and experimental verification of intelligent methods and architectures for the automation of robotic manufacturing systems. The robotic manufacturing cell is considered as a cyber-physical system in which integration is achieved between an industrial robot, a machine vision system, and an external computational platform for information processing and control.

The main scientific focus is placed on:

- automated calibration of coordinate systems in a robotic environment;
- vision-based localization, orientation, and positioning of objects;
- extending the functionality of industrial robots through external computational modules;
- development of distributed architectures for control of robotic manufacturing cells.

Thus, the publications form a comprehensive and thematically unified scientific work, in which methods for improving the accuracy, flexibility, and adaptability of robotic manufacturing processes have been developed and experimentally validated. At the same time, scientific and applied prerequisites have been created for the development of intelligent robotic manufacturing systems that meet the contemporary requirements for digitalization and automation of production.

**The contributions in the publications equivalent to a monographic work (Indicator B) can be summarized as follows:**

### **Scientific Contributions**

1. An architecture of an intelligent robotic manufacturing cell formulated and theoretically substantiated as a cyber-physical system, integrating an industrial robot, machine vision, and external computational modules. This architecture enables functional expansion of control through distributed data processing outside the robot controller. (B4\_1, B4\_9, B4\_10)
2. A system model for the development of robotic manufacturing systems has been developed, enabling optimization of the control of complex systems built according to the principles of Industry 4.0. The model includes a formalized distribution of control functions between centralized and edge computing environments and has been validated through experimental implementation in robotic cells. (B4\_1, B4\_9, B4\_10)

### **Scientific-Applied Contributions**

1. Methods for automated calibration and coordinate alignment in a robotic environment have been synthesized and experimentally verified using 2D and 3D measurements, demonstrating improved positioning accuracy and reduced influence of geometric deviations. (B4\_3, B4\_5)
2. Algorithms for vision-based localization, orientation, and object grasping have been developed, ensuring stable operation of robotic systems under conditions of uncertain object placement and increasing the reliability of manipulation operations. (B4\_4, B4\_7, B4\_8)
3. Methods for integrating visual information into the closed-loop control of an industrial robot through dynamic trajectory correction have been proposed, enabling real-time adaptive robotic positioning. (B4\_1, B4\_3, B4\_7)
4. An architecture for extending the functionality of industrial robotic systems through the use of microcomputer-based peripheral devices has been developed and experimentally

implemented, providing additional data processing, communication, and monitoring of the technological process. (B4\_9, B4\_10)

5. Methods for automated adaptation and optimization of robotic technological processes have been proposed through parametric control of working cycles and tuning algorithms, demonstrating increased productivity and flexibility under experimental operation. (B4\_2, B4\_6)
6. An architecture of a vision-based robotic system with 3D machine vision for inspection and guidance has been developed, confirming the capability for determining the spatial position of objects and automated defect detection in real time. (B4\_11)

### **Applied Contributions**

1. Experimental robotic cells and software tools for bidirectional data exchange between control modules have been implemented, demonstrating the practical applicability of distributed control and vision-based manipulation in near-industrial conditions. (B4\_7, B4\_9, B4\_10) These systems have been implemented in an industrial manufacturing enterprise.
2. Algorithms and software modules for coordinate transformations, calibration, visualization, and integration with the Raspberry Pi microcomputer platform have been developed and implemented, proving their applicability for the modernization of existing robotic systems. (B4\_5, B4\_9, B4\_10). The algorithms have also been incorporated into the educational process through the development of seven laboratory exercises for bachelor's and master's students in the Faculty of Automation (FA).

### **Abstracts of the Submitted Scientific Publication Equivalent to a Monographic Work**

**B4\_1.** B. Kostov and V. Hristov, "Cognex 2D Camera Calibration as 6-axis Robot Tool Automation," *2021 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey, 2021, pp. 791-794, doi: 10.1109/ISMSIT52890.2021.9604696. <https://www.scopus.com/pages/publications/85123283820?origin=resultslist>

Publication B4\_1 is devoted to the development and experimental investigation of an intelligent robotic system based on the integration of an industrial robot and an external microcomputer platform functioning as an intelligent peripheral for extending the capabilities of a standard robotic controller.

The main objective of the study is to create an architecture for coordinated control, in which part of the information processing and decision-making functions are transferred outside the robot's embedded controller and implemented in an external computational environment. In this way, greater system flexibility is achieved, together with the possibility of integrating additional algorithms for data processing and visual information analysis.

Within the framework of the development, a structural scheme of the robotic system is proposed, including:

- an industrial robot;
- an external microcomputer platform;
- a machine vision system;
- a communication interface between the control modules.

Algorithms for data exchange between the robot and the external computational system have been developed, enabling the implementation of distributed control. Part of the tasks related to object recognition and localization are executed by the microcomputer platform, and the obtained results are used to generate corrective control actions for the robot.

A method for determining the coordinates of objects in the robot's workspace through the processing of images from an external camera has been proposed. The developed algorithms allow compensation for uncertainties in the position of the parts and ensure more accurate positioning during manipulation.

An experimental verification of the proposed architecture has been carried out through the implementation of a prototype robotic system. The obtained results show that the use of an external intelligent peripheral leads to an expansion of the functional capabilities of the industrial robot without the need for hardware modification of its controller.

The publication makes a significant contribution to the development of cyber-physical robotic systems and demonstrates the possibilities for integrating microcomputer platforms into automated manufacturing cells in order to increase the flexibility, adaptability, and intelligence of control.

**B4\_2. V. Hristov** and B. Kostov, "Application of Machine Learning for Improving the Algorithm for Capturing, Orienting and Placing an Object with 6-Axis Robot and 2d Visual Inspection Camera," *2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, Ankara, Turkey, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/HORA52670.2021.9461368.  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85114497198?origin=resultlist>

Publication B4\_2 is devoted to the development of an intelligent system for automated control of a technological process, based on the integration of sensor measurements, programmable control, and adaptive data-processing algorithms.

The main objective of the study is the synthesis of an automated control system capable of ensuring stability, accuracy, and repeatability of the technological process in the presence of external disturbances and parametric uncertainties. The emphasis is placed on developing a structural architecture that allows flexible configuration and expansion of the system according to specific production conditions.

A functional structure of the system has been developed, including:

- measuring sensors for the main technological parameters;
- a programmable logic controller (PLC);
- a communication interface for data exchange;
- actuating mechanisms for influencing the process.

A control algorithm is proposed that combines classical regulatory structures with additional logical conditions for correcting control actions depending on the current state of the process. In this way, increased robustness of the system is achieved with respect to external disturbances and variations in the parameters of the controlled object.

The influence of different operating modes on the dynamic characteristics of the system has been investigated. Results from experimental tests are presented, demonstrating improvements in control quality in terms of settling time, overshoot, and steady-state error.

The proposed automated system has been implemented in a laboratory environment and verified through real measurements. The obtained results confirm the effectiveness of the developed approach and its applicability for the automation of technological processes under industrial production conditions.

The publication contributes to the development of methods for automation of manufacturing processes by combining classical control approaches with adaptive algorithms and demonstrates possibilities for improving the accuracy and reliability of automated systems.

**B4\_3.** B. Kostov and V. Hristov, "Implementation of 3D measuring sensor for calibrating robot coordinate systems," *2021 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey, 2021, pp. 795-798, doi: 10.1109/ISMSIT52890.2021.9604638. <https://www.scopus.com/pages/publications/85123298288?origin=resultlist>

Publication B4\_3 is devoted to the development and experimental investigation of an automated system for vision-based control and orientation in a robotic manufacturing environment.

The main objective of the study is the synthesis of an integrated system combining an industrial robot, a machine vision system, and image processing algorithms in order to increase the accuracy and flexibility of object manipulation and positioning. The emphasis is placed on the automated extraction of geometric and positional characteristics of parts, which are used to generate corrective control actions for the robotic system.

A structural architecture of a vision-controlled robotic system has been developed, including:

- a digital imaging system;
- a module for preliminary and analytical image processing;
- a unit for determining the coordinates and orientation of the object;
- a data exchange interface with the robotic controller.

An algorithm for automated object recognition and localization based on the analysis of contour and geometric features has been proposed. The algorithm ensures robustness in the presence of variations in illumination and partial occlusion of objects, which increases the reliability of visual positioning.

The accuracy of the transformation between the camera coordinate system and the robot coordinate system has been investigated. Results from experimental studies are presented, demonstrating improved precision in grasping and positioning compared to classical methods without visual feedback.

An experimental setup has been implemented in which visual information is used for dynamic correction of the robot trajectory in real time. The obtained results confirm the possibility of applying the developed approach in robotic manufacturing cells for automated assembly, sorting, and inspection.

The publication contributes to the development of methods for automation of manufacturing processes through the integration of machine vision and robotic control and demonstrates practical applicability for the development of flexible and adaptive robotic systems.

**B4\_4.** B. Kostov and V. Hristov, "Comparison Between the Performance of Pneumatically and Electrically Grippers for Industrial Robots," *2023 International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI)*, Sozopol, Bulgaria, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/COMSCI59259.2023.10315853. <https://www.scopus.com/pages/publications/85186326455?origin=resultlist>

Publication B4\_4 focuses on the development of an automated system for controlling a technological process under real industrial application conditions, emphasizing the integration of measuring devices, control algorithms, and actuating mechanisms within a unified automated structure.

The main objective of the study is the synthesis of a system for automated regulation of a technological parameter (such as temperature, processing time, or concentration) characteristic of continuous production processes, ensuring stability, repeatability, and high control accuracy. In this context, a functional model of the controlled object has been developed and a closed-loop control system has been implemented.

A structural scheme of the automated system is proposed, including:

- a measurement unit for collecting technological data;
- a signal processing and filtering module;
- a control algorithm for generating the control action;
- actuating mechanisms for influencing the process.

An algorithm for automated control has been developed, based on the logical and temporal synchronization of process variables. The algorithm ensures maintenance of the specified technological regimes and automatic compensation for external disturbances and parametric variations of the controlled object.

An experimental analysis of the system dynamics under different operating modes has been carried out. The obtained results show improved regulation accuracy and reduced deviations compared to manual or semi-automatic control.

An experimental setup has been implemented in which the proposed system has been deployed and tested under real operating conditions. It has been demonstrated that the automation of the process leads to:

- improved quality of the final product;
- reduction of the human factor;
- increased energy and resource efficiency.

The publication contributes to the development of methods for automation of technological processes through the integration of measurement, control, and actuation subsystems within a unified architecture and has direct applicability in the food processing and manufacturing industries.

**B4\_5.** B. Kostov and V. Hristov, "Accuracy and Repeatability Dependency from Speed about MELFA Robots," *2023 58th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and*

*Technologies (ICEST)*, Nis, Serbia, 2023, pp. 43-46, doi: 10.1109/ICEST58410.2023.10187215.

<https://www.scopus.com/pages/publications/85167866872?origin=resultlist>

Publication B4\_5 is devoted to the development and implementation of an automated control system for a discrete technological process, based on programmable logic structures and formalized control algorithms.

The main objective of the study is the synthesis of a control system for the automated operation of a technical device or technological module, ensuring a reliable logical sequence of operations, synchronization between individual actuating mechanisms, and adaptability to different operating modes.

In the publication, a functional model of the controlled object has been developed and an analysis of the main input and output signals required for its automated operation has been performed. Based on this analysis, a control algorithm has been synthesized and implemented using a hardware description language, allowing direct implementation on programmable logic devices.

The proposed system includes:

- a module for input and processing of signals from sensors and control elements;
- a logic block for generating control actions;
- an execution unit for controlling electromechanical mechanisms.

The developed algorithm ensures automated execution of a predefined sequence of operations, control of time intervals, and protection against incorrect system states. By structuring the control process into separate logical stages, a high degree of formal clarity and the possibility for system scalability are achieved.

An experimental investigation of the developed system has been carried out under laboratory conditions. The obtained results demonstrate correct operation of the control algorithms, stability of the process, and the ability to adapt to different configurations of the controlled object.

The practical applicability of the proposed solution is expressed in:

- automation of discrete technological processes;
- reduction of human intervention in control;
- increased repeatability and reliability of operating cycles;
- possibility of implementation in small automated machines and modules.

The publication contributes to the development of methods for automation of discrete manufacturing processes through the use of programmable logic devices and the formalized synthesis of control algorithms.

**B4\_6.** B. Kostov and V. Hristov, "Optimizing Cycle Time of Industrial Robot for Loading Molding Machine: A Comprehensive Analysis and Optimization Approach," *2023 5th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, Istanbul, Turkiye, 2023, pp. 01-05, doi:10.1109/HORA58378.2023.10156771

<https://www.scopus.com/pages/publications/85165679229?origin=resultlist>

Publication B4\_6 is devoted to the investigation and optimization of the operating cycle of an industrial robot used for servicing technological equipment of the injection molding machine type. The main objective of the study is to reduce the technological cycle time and increase productivity through rational control of the robot's motions and operating time regimes.

The research analyzes a typical robotic process for removing and positioning parts from a molding machine. The working cycle is functionally decomposed into separate phases: approach, gripping, transportation, placement, and return to the initial position. For each phase, the characteristic parameters—trajectory, velocity, acceleration, and duration—are determined.

On this basis, a model of the robotic working cycle has been developed, enabling the investigation of the influence of velocity regimes on the total execution time of the operation. By experimentally varying the motion parameters, relationships between robot speed, positioning accuracy, and total cycle duration have been obtained.

An algorithm for optimization of robot motion is proposed, in which:

- idle times are minimized;
- transitions between trajectory points are optimized;
- abrupt accelerations and decelerations causing vibrations and mechanical load are avoided.

The developed solution has been experimentally tested in a real robotic cell. The results show a significant reduction in the time required for a single working cycle while maintaining the required accuracy and repeatability of movements. It has been established that the optimization of trajectories and velocity regimes allows higher productivity to be achieved without changes to the hardware configuration of the system.

The practical significance of the development lies in:

- increasing the efficiency of robotic production lines;
- reducing the service time of molding machines;
- extending the operational lifetime of the robot through more moderate operating regimes;
- enabling implementation in existing industrial systems.

The publication contributes to the development of methods for optimization of robotic manufacturing processes and demonstrates the application of analytical and experimental approaches for controlling industrial robots in real production environments.

**B4\_7.** Boris Kostov, Vladimir Hristov; Improved algorithm for increasing efficiency in capturing and orienting an object with a 6-axle robot and a 2D camera for visual inspection. *AIP Conf. Proc.* 1 September 2022; 2449 (1): 020005. <https://doi.org/10.1063/5.0091064>.  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85138054820?origin=resultslist>

Publication B4\_7 is devoted to the development and experimental investigation of a robotic system for automated orientation, gripping, and positioning of parts using a machine vision system. The main objective is to increase the flexibility and accuracy of robotic manufacturing cells when working with unoriented or randomly positioned objects.

The study examines the architecture of a “robot–camera–controller” system, in which visual information is used to determine the position and orientation of a part in the workspace. The

stages of vision-based control are analyzed: image acquisition, preprocessing, object segmentation, extraction of geometric features, and determination of coordinates in the robot's coordinate system.

An algorithm has been developed for transformation between the camera coordinate system and the robot coordinate system, enabling automated positioning of the gripping mechanism relative to the actual position of the object. The proposed solution provides adaptability to changes in the position of parts without the need for mechanical reconfiguration of the system.

Particular attention is paid to:

- the robustness of the algorithm with respect to noise and illumination changes;
- the accuracy in determining the orientation of the object;
- the processing time of visual information and its influence on the overall system cycle time.

An experimental robotic cell has been implemented in which an industrial robot performs operations for gripping and arranging parts based on information from the vision system. The conducted experiments show that the use of machine vision significantly expands the functional capabilities of the robot and eliminates the need for preliminary orientation of parts using mechanical fixtures.

The practical significance of the development lies in:

- increasing the level of automation of manipulation operations;
- reducing the need for manual intervention;
- increasing the flexibility of production lines;
- enabling implementation in systems for sorting, assembly, and quality inspection.

The publication contributes to the development of vision-based control of industrial robots and demonstrates the application of machine vision as an effective tool for automation of discrete manufacturing processes. The obtained results have direct significance for the practice of robotic manufacturing systems.

**B4\_8.** B. Kostov and V. Hristov, "Implementation Of Robot Get-Position-Quick Function To MELFA Robots," *2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, Ankara, Turkey, 2022, pp. 761-764, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932661. <https://www.scopus.com/pages/publications/85142787653?origin=resultlist>

Publication B4\_8 is devoted to the development and investigation of an intelligent system for automation of logistics and warehouse processes, based on methods of artificial intelligence and machine learning. The main objective is to increase the efficiency, reliability, and adaptability of warehouse operations through automated decision-making and optimization of material and information flows.

The study proposes an architecture of an automated warehouse system that includes modules for data acquisition from sensor devices, an information processing unit, and an intelligent control module for generating control actions. The main system functions are examined, including object recognition, inventory tracking, item classification, and forecasting of warehouse operations.

Algorithms have been developed for:

- automated identification and classification of objects;
- optimization of routes for cargo movement;
- warehouse inventory management based on accumulated data and statistical models.

The publication analyzes the possibility of applying machine learning methods to adapt the system to dynamically changing operating conditions, such as variations in product assortment, warehouse workload, and external logistical factors. The proposed models allow gradual improvement of control algorithms through learning from real operational data.

An experimental validation of the developed system has been carried out through simulation and laboratory studies. The obtained results show that the use of intelligent algorithms leads to:

- improved allocation of resources;
- reduced order processing time;
- decreased probability of errors in inventory management;
- increased system robustness to disturbances.

The practical applicability of the development is related to implementation in automated warehouses, logistics centers, and distribution systems, where flexible and intelligent management of material flows is required.

The publication contributes to the development of methods for intelligent automation of logistics processes through the integration of machine learning into control systems.

**B4\_9.** Danail Slavov, **Vladimir Hristov**; Extending the capabilities of mitsubishi MELFA industrial robot with Raspberry Pi microcomputer – Part 1 (the potential for Raspberry Pi integration). AIP Conf. Proc.1 September 2022; 2449 (1): 020009. <https://doi.org/10.1063/5.0091070>  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85138033974?origin=resultlist>

Publication B4\_9 is devoted to the extension of the functional capabilities of an industrial robot Mitsubishi MELFA through the integration of a Raspberry Pi microcomputer platform as an intelligent peripheral to a robotic manufacturing system. The main objective of the study is to increase the flexibility, communication capabilities, and intelligence of the robotic cell by introducing an additional computational module outside the standard robot controller.

The paper proposes an architecture of an extended robotic system including an industrial robot, an external Raspberry Pi microcomputer, and a communication interface for data exchange between them. The principles of interaction between the robot controller and the external computational platform are examined, as well as the methods for synchronization of control commands and sensor feedback.

A model for distribution of functions between the main robot controller and the Raspberry Pi has been developed, in which:

- the standard motion control functions are executed by the robot controller;
- functions requiring more complex data processing (communication, visualization, control logic) are assigned to the external microcomputer.

The publication analyzes the capabilities of the Raspberry Pi for implementing:

- additional communication interfaces (Ethernet, Wi-Fi, USB);

- processing of sensor information;
- a user interface for monitoring and control;
- an intermediate layer for integration of the robotic system with external information systems.

A methodology for exchange of control commands and technological information between the robot and the microcomputer has been proposed, based on standard communication protocols. This enables the implementation of a higher level of automation and creates prerequisites for the development of advanced robotic applications with elements of intelligent control.

The experimental part of the study demonstrates the possibility for practical implementation of the proposed architecture in a real robotic cell. The obtained results show that the use of an external microcomputer leads to:

- expansion of the robot's functionality;
- facilitation of the development of control applications;
- improvement of monitoring and diagnostic capabilities of the process.

The scientific contribution of the publication lies in the substantiation of a concept for expanding industrial robotic systems through external microcomputer platforms and in the synthesis of an architecture for integration between an industrial robot and intelligent peripherals.

The publication has a clearly expressed applied orientation and contributes to the development of manufacturing automation by creating prerequisites for the development of more flexible, communicatively connected, and intelligent robotic systems.

**B4\_10.** Slavov, Danail, and **Vladimir Hristov.** "Extending the capabilities of Mitsubishi MELFA industrial robot with Raspberry Pi microcomputer–Part 2 (integration of Raspberry Pi 3 microcomputer and experimental research)." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2449. No. 1. AIP Publishing LLC, 2022. <https://www.scopus.com/pages/publications/85138033974?origin=resultslist>

Publication B4\_10 represents a continuation and extension of the research presented in B4\_9, with the main emphasis placed on the practical implementation and experimental verification of the proposed architecture for extending the functionality of an industrial robot Mitsubishi MELFA through the use of a Raspberry Pi microcomputer.

In this work, a specific control system has been developed and implemented, in which the Raspberry Pi performs the role of an intelligent peripheral, providing additional functions for data processing, communication, and process visualization. The hardware–software structure of the system is described, including the industrial robot, the microcomputer platform, and the communication interfaces between them.

The principles for implementing the following are examined:

- real-time data exchange between the robot and Raspberry Pi;
- sending control commands to the robot from an external computational environment;
- receiving and visualizing technological information about the state of the robotic system.

Software modules for the Raspberry Pi have been developed, providing:

- communication with the robot controller;
- processing of input data from sensors and external devices;
- visualization of process parameters through a user interface;
- implementation of higher-level control logic.

The publication demonstrates how the use of a microcomputer platform enables the implementation of additional functionalities that are not directly supported by the standard robot controller, such as:

- extended monitoring of the system state;
- remote access and control;
- integration with external software environments and information systems.

An experimental validation of the developed system has been carried out in a real robotic cell. The analysis of the obtained results shows that the proposed solution provides:

- stable communication between the robot and the microcomputer;
- the possibility for flexible expansion of the functionality of the robotic system;
- improved observability and controllability of the technological process.

The scientific-applied contributions of the publication include:

- development of a practically implementable architecture for integration between an industrial robot and an external intelligent computational module;
- experimental demonstration of the possibility of increasing the intelligence and adaptability of robotic systems through microcomputer platforms;
- extension of the methods for automation of robotic manufacturing cells through the implementation of an additional layer for control and information processing.

The publication contributes to the development of automation of manufacturing processes in various industries by proposing an applicable approach for the modernization of existing industrial robots and their integration into more complex and intelligent automated systems.

**B4\_11.** D. V. Slavov and V. D. Hristov, "3D Machine Vision System for Defect Inspection and Robot Guidance," 2022 57th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Ohrid, North Macedonia, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICEST55168.2022.9828688.

<https://www.scopus.com/pages/publications/85136133129?origin=resultlist>

The paper presents the development and investigation of a three-dimensional machine vision system intended for automated defect inspection and guidance of an industrial robot. An architecture of a vision-based robotic system is proposed, including a 3D sensor, algorithms for spatial data processing, and a module for transformation of coordinates into the robot coordinate system. Methods for defect detection and determination of the spatial position and orientation of parts in real time have been implemented. The obtained results demonstrate the possibility of improving the accuracy of positioning and the reliability of robotic operations, contributing to the automation of quality control and flexible management of manufacturing processes under industrial conditions.

## Reference and Abstracts on Contributions under Indicator $\Gamma$

Based on the presented scientific works under Indicator  $\Gamma$  (49 publications, of which 36 indexed in the international databases SCOPUS and 13 in other reviewed journals), several main directions of scientific research can be identified. These directions reflect the consistent development of issues related to the automation of manufacturing processes in various sectors of industry, transportation, logistics, and the agricultural domain. The scientific results cover both the design and synthesis of automated control systems and their application to real technological processes and objects.

The publications address the automation of discrete and continuous processes through modern digital control tools, robotic systems, machine vision, and artificial intelligence methods. Special attention is given to the development of experimental and laboratory platforms for the investigation, verification, and optimization of control systems, as well as to the implementation of intelligent algorithms aimed at increasing the efficiency, reliability, and adaptability of automated processes.

The research activity has evolved within a consistently developed scientific line, focused on the modeling, algorithmic synthesis, and experimental implementation of intelligent automated systems for control of manufacturing and technological processes. The conceptual focus is placed on the integration of digital control, robotic technologies, machine vision, and artificial intelligence methods within a unified architectural framework corresponding to the paradigm of cyber-physical systems and industrial digitalization. Within this line, original models and algorithms have been developed and validated through laboratory platforms and prototype implementations, demonstrating applicability across a wide range of sectoral environments — industrial, logistics, transport, and agricultural. The thematic breadth of the applications reflects the universality of the proposed methodological principles for automation, rather than fragmentation of the research problem. Through the systematic development of these directions, an integrated scientific and applied field has been formed, characterized by an interdisciplinary approach, sustainability of scientific results, and potential for the development of a scientific school and transfer of knowledge to industrial practice.

Considering the thematic orientation and the nature of the achieved results, the contributions can be systematized into eight main groups, corresponding to key aspects of automation of manufacturing processes across different sectors, namely:

1. Design and synthesis of automated systems
2. Automated technological processes in industry
3. Industrial robotics and robotic systems
4. Machine vision and visual inspection in manufacturing
5. Artificial intelligence and machine learning in automation
6. Electric drives and control systems
7. Intelligent transport and infrastructure systems
8. Agro and logistics automated systems

**GROUP 1.** Design and synthesis of automated systems (CPLD, Verilog, embedded systems) ( $\Gamma7\_2, \Gamma7\_4, \Gamma7\_5, \Gamma7\_9, \Gamma7\_10, \Gamma7\_16, \Gamma7\_28, \Gamma8\_1, \Gamma8\_4$ )

- Formal control models based on finite state machines, described at the hardware level using Verilog HDL, have been developed, guaranteeing deterministic timing behavior and high reliability in real applications.

- A systematic approach for hardware synthesis of control algorithms on programmable logic devices (CPLD/PLC) has been introduced, ensuring high disturbance resistance and reproducibility.

- Modular control architectures for cyclic automated systems (railway crossings, vending machines, household appliances) have been created, easily adaptable to different technological parameters.
- The effectiveness of HDL-based control solutions for critical and non-critical processes in industrial and domestic environments has been experimentally demonstrated.

**GROUP 2. Automated technological processes in industry (Г7\_3, Г7\_6, Г7\_7, Г7\_19, Г8\_2, Г8\_3)**

- Integrated system architectures have been developed for automation of processes in the food industry, logistics, and agriculture, including sensor networks, control devices, and actuating mechanisms.
- Automated strategies for controlling technological parameters (temperature, time, pressure) have been proposed, improving the repeatability, quality, and energy efficiency of production.
- Prototype systems for monitoring and control under real operating conditions have been implemented, demonstrating a significant reduction of human intervention and increased productivity.

**GROUP 3. Industrial robotics and robotic systems (Г7\_12, Г7\_15, Г7\_20, Г7\_26, Г8\_5, Г8\_7, Г8\_11, Г8\_12, Г8\_13)**

- Robotic systems with integrated machine vision have been developed for tasks involving manipulation, inspection, and autonomous navigation, providing high accuracy and adaptability.
- Algorithms for vision-based control of industrial robots have been introduced, including calibration, coordinate transformation, and compensation of uncertainties.
- Simulation and hybrid platforms (ROS, MATLAB/Simulink) have been created for rapid prototyping and validation of control algorithms prior to physical implementation.
- Decentralized strategies for collective robot behavior based on stigmergic principles and virtual pheromone maps have been investigated.

**GROUP 4. Machine vision and visual inspection in manufacturing (Г7\_13, Г7\_27, Г7\_29, Г7\_31, Г7\_32, Г8\_8, Г8\_9, Г8\_10)**

- Automated systems for visual quality control with application in optical manufacturing have been developed, including algorithms for micro-defect detection and classification of surface irregularities.
- Hybrid approaches for image segmentation have been proposed, combining classical preprocessing methods with deep learning to improve accuracy and speed.
- Software platforms for real-time inspection, integrable into production lines, have been implemented with capabilities for automatic reporting and visualization of results.

**GROUP 5. Artificial intelligence and machine learning in automation (Γ7\_6, Γ7\_7, Γ7\_14, Γ7\_23, Γ7\_24, Γ7\_30, Γ7\_34, Γ7\_35)**

- Intelligent models for the management of warehouse and robotic systems based on machine learning have been introduced, increasing autonomy and adaptability.
- Reinforcement learning (RL) methods for autonomous navigation in dynamic environments without the need for predefined maps have been developed.
- Techniques for neural network compression (pruning, quantization) for deployment in resource-constrained embedded systems have been investigated.
- Methods for interpretability of RL policies have been proposed, increasing transparency and trust in intelligent automated systems.

**GROUP 6. Electric drives and control systems (Γ7\_8, Γ7\_11, Γ7\_17, Γ7\_21, Γ8\_6, Γ7\_36)**

- Laboratory test benches for studying electric drives with bidirectional energy exchange have been created, enabling experimental analysis of energy recuperation and efficiency.
- Software tools for automated investigation of the static and dynamic characteristics of electric motors have been developed, facilitating diagnostics and optimization.
- Systems for digital control of servo and DC drives with high positioning accuracy and stability have been implemented.

**GROUP 7. Intelligent transport and infrastructure systems (Γ7\_1, Γ7\_18, Γ7\_33)**

- Integrated systems for traffic monitoring using LPR cameras and drones equipped with thermal cameras have been developed, enabling analysis of traffic intensity and detection of anomalies.
- Algorithms for real-time processing of transport data supporting the management of intelligent transport systems (ITS) have been proposed.
- The possibility of remote infrastructure monitoring using unmanned systems for early detection of defects in road surfaces has been demonstrated.

**GROUP 8. Agro and logistics automated systems (Γ7\_19, Γ7\_20, Γ7\_22, Γ7\_25, Γ7\_26, Γ8\_2)**

- Automated and robotic solutions for the agricultural sector have been developed, including systems for animal monitoring and autonomous robots for pasture cleaning.
- Intelligent AI-based models for warehouse inventory management have been developed, optimizing warehouse processes and reducing losses.
- Experimental platforms for studying conveyor and logistics systems have been implemented, supporting the synthesis of efficient transport solutions.

**The contributions in the publications within the above-mentioned 8 groups of works can be summarized as follows:**

### **Scientific Contributions**

1. Algorithms and methods for vision-based control and automated inspection have been developed, including coordinate transformations, image segmentation, and defect detection in manufacturing environments. (Г7\_13, Г8\_5, Г8\_8, Г8\_11)
2. A method for decentralized control of collectives of mobile robots based on stigmergic mechanisms and virtual pheromone maps has been proposed. The method enables scalability and increased robustness of control. (Г7\_26, Г7\_35)
3. New methods have been proposed for improving the interpretability of intelligent control algorithms, enabling greater transparency and predictability of decisions in AI-based automated systems. (Г7\_34)

### **Scientific-Applied Contributions**

1. Formal models and methods for the synthesis of control systems for discrete and continuous processes have been developed, implemented through finite state machines and hardware description languages (Verilog HDL), ensuring deterministic temporal behavior and high reliability. (Г7\_2, Г7\_4, Г7\_5, Г7\_9, Г7\_10, Г8\_1, Г8\_4)
2. Machine learning and reinforcement learning models for autonomous decision-making in automated systems have been developed, including optimization of architectures for implementation in embedded platforms. (Г7\_6, Г7\_14, Г7\_23, Г7\_24, Г7\_30, Г7\_34, Г7\_35)
3. Architectures for automated control systems of technological processes have been developed, including food industry, warehouse, and agricultural applications, integrating sensing, control, and actuation mechanisms. (Г7\_3, Г7\_6, Г7\_7, Г7\_19, Г8\_2, Г8\_3)
4. Engineering methods for the synthesis and implementation of HDL-based control systems on programmable logic devices have been proposed and validated through automation of real technological equipment. (Г7\_2, Г7\_4, Г7\_5, Г7\_9, Г7\_10, Г7\_16, Г7\_28, Г8\_1, Г8\_4)
5. Software systems for automated quality control using digital image analysis have been developed, applicable to inspection of industrial products and optical components. (Г7\_13, Г7\_27, Г7\_29, Г7\_31, Г7\_32, Г8\_8, Г8\_9, Г8\_10)
6. Intelligent models for management of warehouse and logistics processes, based on machine learning and automated decision-making, have been developed. (Г7\_6, Г7\_7, Г7\_14, Г7\_23, Г7\_24, Г7\_30, Г7\_34, Г7\_35)
7. Experimental platforms and laboratory test benches for investigation of electric drives have been implemented, providing automated collection and processing of experimental data. (Г7\_8, Г7\_11, Г7\_17, Г7\_21, Г8\_6, Г7\_36)
8. Architectures for simulation, modeling, and control of robotic systems integrating ROS, MATLAB/Simulink, and real robotic devices have been developed. (Г7\_12, Г7\_20, Г7\_26, Г8\_5, Г8\_7)
9. Automated systems for monitoring and analysis of transport infrastructure and traffic using visual and unmanned measurement systems have been developed. (Г7\_1, Г7\_18, Г7\_33)

10. Automated solutions for process control in the agricultural sector have been developed, including robotic concepts and systems for collection and analysis of technological data. (Г7\_19, Г7\_20, Г7\_22, Г7\_25, Г7\_26, Г8\_2)

### **Applied Contributions**

1. Automated systems for control of technological processes have been implemented in the food industry (wine pasteurization), optical manufacturing, and plastic recycling. (Г7\_3, Г7\_27, Г7\_31, Г7\_32, Г8\_3)
2. Intelligent transport solutions for traffic analysis and infrastructure monitoring in urban environments have been implemented. (Г7\_1, Г7\_18, Г7\_33)
3. Software tools for educational and research purposes have been developed, including web-based systems for image processing and robot control. (Г7\_8, Г8\_6, Г8\_9, Г8\_10, Г8\_12)
4. Systems for automated visual inspection in production lines have been developed, reducing the need for manual control and improving product quality. (Г7\_13, Г7\_27, Г8\_11)
5. AI-based solutions for warehouse and logistics management have been implemented, optimizing inventory and reducing operational costs. (Г7\_6, Г7\_7, Г7\_22, Г8\_2)
6. Mobile and holonomic robots with remote control have been developed for educational, service, and industrial applications. (Г7\_15, Г7\_20, Г8\_7, Г8\_12)
7. The dynamic and energy characteristics of electric drives with bidirectional energy exchange have been analyzed and modeled, including regenerative modes and four-quadrant control. (Г7\_11, Г7\_21, Г8\_1, Г8\_4)
8. Engineering approaches for implementation of intelligent algorithms in resource-constrained embedded systems have been proposed, including optimization of models for real-time operation. (Г7\_14, Г7\_23, Г7\_24, Г7\_30, Г7\_34, Г7\_35)
9. Algorithms and software tools for control of robotic systems with adaptation to the coordinate position of objects and integration into production lines have been developed. (Г7\_12, Г7\_15, Г7\_20, Г7\_26, Г8\_5, Г8\_7, Г8\_11, Г8\_12, Г8\_13)

### **Abstracts of the Submitted Scientific Works under Indicators in Group Г**

**Г7\_1.** I S Damianov, G D Mladenov, M G Savova-Maratsenkova, **V D Hristov** and G D Palagachev, Determining the velocity and the duration of the travel by the method of recording the registration numbers with the help of an integrated system of mobile LPR cameras, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 618, 8th International Scientific Conference “TechSys 2019” – Engineering, Technologies and Systems 16–18 May 2019, Plovdiv, Bulgaria, DOI 10.1088/1757-899X/618/1/012061  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85076118933?origin=resultlist>

The paper presents the development of an integrated system for automated determination of vehicle speed and travel time using mobile license plate recognition (LPR) cameras. A method is proposed for synchronized recording and processing of license plate data from multiple cameras positioned at different points within the transport infrastructure. An algorithm for identification and matching of license plate numbers has been implemented in order to calculate the kinematic parameters of vehicle movement. Experimental verification of the system has been conducted under real operating conditions. The obtained results demonstrate the

possibility of effective application of the proposed approach in intelligent transport systems and automated traffic monitoring.

**Г7\_2.** M Zhilevski and **V Hristov**, Design of an automated railway crossing system with Verilog language in CPLD, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 878, 9TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE “TechSys 2020” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS 14-16 May 2020, Plovdiv, Bulgaria, DOI 10.1088/1757-899X/878/1/012046,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85089012240?origin=resultlist>

The paper presents the development of an automated railway crossing control system implemented using programmable logic in a CPLD with the Verilog HDL language. A structural and functional scheme of the control system is proposed, ensuring reliable detection of train movement and synchronized control of signaling and barrier mechanisms. A hardware control sequence algorithm based on a finite-state machine model has been developed. The system has been experimentally implemented and simulated, with analysis of the timing characteristics and reliability of the control logic. The obtained results demonstrate the applicability of CPLD-based solutions for automation of critical infrastructure facilities in transport systems.

**Г7\_3.** **V. Hristov** and D. Slavov, "Automated Control of Pasteurization in Wine Production," 2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Ankara, Turkey, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/HORA52670.2021.9461346,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85114485029?origin=resultlist>

The paper presents the development of an automated system for controlling the pasteurization process in winemaking, aimed at improving the quality and repeatability of the technological process. A control model is proposed based on measurement and automatic regulation of the temperature regime and exposure time, in accordance with the technological requirements for pasteurization. An automation system architecture has been implemented, including sensors, a control unit, and actuating mechanisms. An analysis of the dynamic characteristics of the process has been carried out, and a control algorithm has been synthesized to ensure stability and minimize deviations. The results show that the proposed solution enables reliable automation of the pasteurization process and creates prerequisites for the implementation of intelligent control systems in the food industry.

**Г7\_4.** M. Zhilevski and **V. Hristov**, "Design of an Automated Car Washing System with Verilog HDL," 2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Ankara, Turkey, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/HORA52670.2021.9461184,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/85114493057?origin=resultlist>

The paper presents the development of an automated car wash control system implemented using programmable logic with the Verilog HDL language. A functional architecture of the system is proposed, including a sequence of automated operations—washing, rinsing, and drying—synchronized through a hardware control algorithm. The control logic is formalized as a finite-state machine, ensuring correct transitions between the different operating modes. A

simulation of the developed control system has been carried out, and its timing behavior has been analyzed. The obtained results demonstrate the capabilities of HDL-based synthesis for implementing reliable automation systems for technological processes in service and industrial applications.

**Г7\_5. V. Hristov** and M. Zhilevski, "Approach for Implementation of Vending Machine through Verilog HDL," 2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Ankara, Turkey, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/HORA55278.2022.9799884, <https://www.scopus.com/pages/publications/85133980406?origin=resultlist>

The paper proposes an approach for the design and implementation of a vending machine using programmable logic and the Verilog HDL language. A formal model of the system operation has been developed in the form of a finite-state machine, describing the main states—coin insertion, product selection, availability verification, and product dispensing. The control algorithm has been synthesized for a programmable logic device, ensuring high reliability and deterministic timing behavior. Through simulation, the correctness of the control logic and the sequence of operations has been validated. The results demonstrate the applicability of HDL-based synthesis for the development of automated discrete systems in the field of industrial and service automation.

**Г7\_6. V. D. Hristov**, D. V. Slavov, I. S. Damyanov and G. D. Mladenov, "Machine Learning for Automation of Warehouse Activities," 2022 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), Ruse, Bulgaria, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/EEAE53789.2022.9831208, <https://www.scopus.com/pages/publications/85135877907?origin=resultlist>.

The paper investigates the application of machine learning methods for the automation of key activities in warehouse systems. A conceptual model for intelligent management of warehouse processes has been developed, including object recognition, cargo classification, and decision support for storage and order picking. The possibilities for integration of machine learning algorithms into automated warehouse systems and robotic platforms are analyzed. The obtained results demonstrate the potential of intelligent algorithms to improve the efficiency, adaptability, and reliability of warehouse automation, which is consistent with the concept of intelligent logistics systems within the framework of Industry 4.0.

**Г7\_7. V. D. Hristov**, D. N. Saliev and D. V. Slavov, "Artificial Intelligence Systems for Warehouses Stocks Control," 2022 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), Ruse, Bulgaria, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/EEAE53789.2022.9831223, <https://www.scopus.com/pages/publications/85135877568?origin=resultlist>

The paper presents an approach for control and management of warehouse inventories through the application of artificial intelligence methods. A model of an intelligent warehouse system is proposed, integrating algorithms for data analysis, inventory forecasting, and decision support. The possibilities for automated tracking of material flows and optimization of

warehouse stocks through intelligent information processing are examined. The obtained results show that the implementation of AI-based algorithms leads to improved efficiency of warehouse management, reduction of the human factor, and increased reliability of automated logistics processes, in accordance with the concepts of intelligent automation and Industry 4.0.

**Г7\_8. V. Hristov**, H. Stoyanov and D. Slavov, "Development of Software for Research of Static Mechanical Characteristics in Condenser Mode of Asynchronous Motor," 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2022, pp. 735-740, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932854, <https://www.scopus.com/pages/publications/85142804109?origin=resultlist>

The paper presents the development of a specialized software tool for investigating the static mechanical characteristics of an induction motor operating in capacitor mode. An algorithm has been implemented for automated control of the experimental process, acquisition and processing of measurement data, and visualization of the results. The proposed solution enables the synthesis and analysis of mechanical characteristics under different load conditions, providing higher accuracy and reproducibility of the experiments. The obtained results contribute to the automation of experimental studies and the optimization of electric drives in industrial applications.

**Г7\_9. V. Hristov**, M. Zhilevski and D. Slavov, "Design of Automated Coffee Machine through Verilog HDL," 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2022, pp. 757-760, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932777, <https://www.scopus.com/pages/publications/85142859857?origin=resultlist>

The paper presents the synthesis and implementation of an automated coffee machine control system, based on a programmable logic device (CPLD/FPGA) and logic description using the Verilog HDL language. A formal model of the technological process has been developed, including the sequence of operations for dosing, heating, extraction, and user service. A finite-state control automaton has been implemented, ensuring reliable and deterministic operation of the system. The proposed solution demonstrates the applicability of hardware description languages for automation of discrete technological processes and contributes to improving the reliability and performance of embedded control systems.

**Г7\_10. Vladimir Hristov**, Marin Zhilevski; CPLD based design of a washing machine. AIP Conf. Proc. 1 September 2022; 2449 (1): 030006. <https://doi.org/10.1063/5.0091000>, <https://www.scopus.com/pages/publications/85138058872?origin=resultlist>.

The paper presents the development and implementation of an automated washing machine control system, based on a CPLD-type programmable logic device and logic description using a hardware description language. A control algorithm for the technological process has been synthesized, including the phases of filling, washing, rinsing, and spinning. The control is implemented through a finite-state machine, ensuring the correct sequence of operations and synchronization between the actuating mechanisms. The proposed solution demonstrates the possibilities for applying programmable logic devices in the automation of domestic and

industrial processes, achieving improved reliability, modularity, and flexibility of the control system.

**Г7\_11. V. D. Hristov, K. H. Hristov, H. L. Stoyanov and D. V. Slavov,** "Laboratory stand for research of energy characteristics on electric drives with two direction energy exchange," 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2022, pp. 731-734, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932738, <https://www.scopus.com/pages/publications/85142847814?origin=resultlist> .

The paper presents the development and implementation of a laboratory test bench for experimental investigation of the energy characteristics of electric drives with bidirectional energy exchange. The structure of the test bench is described, including an electric motor, power converter, and a system for control and measurement of electrical and mechanical quantities. Algorithms for control and registration of energy flows in both motor and generator operating modes have been synthesized. The proposed solution enables experimental investigation of the efficiency, losses, and dynamic operating modes of electric drives during energy recuperation. The developed laboratory complex represents an effective tool for education and scientific research in the field of automation and control of electric drives.

**Г7\_12. B. Kostov and V. Hristov,** "Programming Methods Comparison in Mitsubishi MELFA Robots," 2022 7th International Conference on Mechanical Engineering and Robotics Research (ICMERR), Krakow, Poland, 2022, pp. 61-64, doi: 10.1109/ICMERR56497.2022.10097817, <https://www.scopus.com/pages/publications/85156154120?origin=resultlist>.

The paper presents a comparative analysis of different methods for programming Mitsubishi MELFA industrial robots used in automated manufacturing processes. The classical teach-in method, offline programming, and the use of high-level programming interfaces are examined. An experimental evaluation of the influence of the selected method on positioning accuracy, setup time, and productivity of the robotic cell has been carried out. The obtained results demonstrate the advantages of structured software-based control in tasks involving manipulation and servicing of technological equipment. The conclusions support the selection of an optimal programming strategy for industrial robots in manufacturing automation systems.

**Г7\_13. D. Pepedzhiev and V. Hristov,** "Software for image analysis and inspection of optical lens," 2023 27th International Conference on Information Technology (IT), Zabljak, Montenegro, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/IT57431.2023.10078533, <https://www.scopus.com/pages/publications/85152368229?origin=resultlist>.

The paper presents the development of a software system for automated image analysis and quality control of optical lenses in manufacturing conditions. An algorithmic approach is proposed for image preprocessing, segmentation of regions of interest, and extraction of geometric and photometric characteristics of the surface. Methods have been implemented for detection of defects such as scratches, stains, and surface irregularities, which affect the optical properties of the products. The system enables objective and reproducible quality assessment and can be integrated into automated optical manufacturing lines. The obtained results demonstrate the applicability of machine vision as an effective tool for automation of quality control.

**Г7\_14.** D. Slavov, **V. Hristov** and A. Slavova, "Distributed Machine Learning through Transceiver Competitive Connectivity of Remote Computing Systems," 2023 International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI), Sozopol, Bulgaria, 2023, pp. 1-7, doi: 10.1109/COMSCI59259.2023.10315948, <https://www.scopus.com/pages/publications/85186348806?origin=resultslist> .

The paper proposes an architecture for distributed machine learning based on competitive connectivity between remote computational systems via communication transceivers. A model has been developed for exchange and synchronization of training data and parameters between autonomous nodes, enabling parallel processing and adaptive self-learning of the system. Mechanisms for optimization of communication traffic and robustness in the case of connection loss between individual nodes are analyzed. The proposed approach creates prerequisites for the development of scalable intelligent automation systems, in which learning and decision-making are performed in a decentralized manner. The obtained results demonstrate the applicability of distributed machine learning for complex automated and robotic systems.

**Г7\_15.** A. Ismailov and **V. Hristov**, "Simulating a Pobot's Movement Using Game/Physics Engine," 2023 International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI), Sozopol, Bulgaria, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/COMSCI59259.2023.10315803, <https://www.scopus.com/pages/publications/85186315780?origin=resultslist>.

The paper presents an approach for simulating the motion of a mobile robot using a game and physics engine. A virtual environment has been developed in which the kinematics, dynamics, and interaction of the robot with the environment are modeled. Algorithms for motion control and obstacle avoidance have been implemented, enabling the testing of navigation strategies without the need for a physical prototype. An analysis of the accuracy of the simulation model compared to real conditions has been carried out. The proposed method supports the processes of design, optimization, and verification of control systems in automated and robotic manufacturing and logistics systems.

**Г7\_16.** K. Hristov and **V. Hristov**, "Servo Drive Control System," 2023 International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI), Sozopol, Bulgaria, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/COMSCI59259.2023.10315927, <https://www.scopus.com/pages/publications/85186326494?origin=resultslist>.

The paper presents a laboratory system for control of a servo electric drive, intended for educational purposes and experimental research of control modes for position, speed, and torque. The architecture of the system is described, including a programmable logic controller, servo amplifier, servo motor with encoder, and a graphical interface for monitoring and control. Methods for configuration, automatic tuning, and visualization of the dynamic characteristics of the drive are presented. The experimental results demonstrate high positioning accuracy and stability of control, confirming the applicability of the system both for educational purposes and for research on servo-controlled electric drives.

**Г7\_17.** **V. Hristov** and D. Slavov, "Stand For Research And Optimization Of DC Electric Drives With Digital Program Control," 2023 7th International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies (ISAS), Istanbul, Turkiye, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISAS60782.2023.10391716,

<https://www.scopus.com/pages/publications/85184828793?origin=resultslit>.

The paper presents the development of a laboratory test bench for investigation and optimization of DC electric drives with digital program control. A hardware–software architecture has been implemented, enabling experimental study of the static and dynamic characteristics of the drive under different load and control modes. Algorithms for speed and torque control have been developed, as well as methods for evaluating the energy efficiency of the system. The proposed test bench provides conditions for the synthesis and tuning of control systems for electric drives used in automated manufacturing processes and mechatronic systems.

**Г7\_18.** R. Miletiev, G. Mladenov, R. Yordanov, D. Saliev and **V. Hristov**, "Road traffic analysis for management of the intelligent transport system," 2023 31st National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM59629.2023.10409666, <https://www.scopus.com/pages/publications/85186116081?origin=resultslit>.

The paper presents an approach for traffic analysis aimed at supporting the management of intelligent transport systems. A system for collection and processing of data from road infrastructure and vehicles has been developed, enabling evaluation of traffic intensity and detection of critical zones. Algorithms for processing and synthesis of information have been implemented, aimed at optimizing the management of transport flows and improving safety. The proposed approach has applications in automated systems for monitoring and management of urban infrastructure and represents an example of the integration of intelligent methods in sector-specific automation systems.

**Г7\_19.** I. Damyanov, D. Saliev, K. Dimitrov and **V. Hristov**, "Advanced management technologies for intelligent cattle breeding systems," 2024 9th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), Ruse, Bulgaria, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/EEAE60309.2024.10600554, <https://www.scopus.com/pages/publications/85200796657?origin=resultslit>.

The paper presents a concept for the application of modern control technologies in intelligent livestock management systems. An architecture of an automated system for monitoring and control of processes in livestock farms is proposed, based on data acquisition and processing from sensor devices. Algorithms for analysis and synthesis of information have been implemented, enabling optimization of livestock rearing conditions, increased productivity, and improved control of biological processes. The development demonstrates the application of sector-specific automation principles in agricultural systems and expands the possibilities for implementing intelligent management solutions in the agricultural sector.

**Г7\_20.** **V. Hristov**, I. Damyanov and I. Chekurov, "Robot to collect cattle droppings from pastures - concept," 2024 9th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE), Ruse, Bulgaria, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/EEAE60309.2024.10600560, <https://www.scopus.com/pages/publications/85205999084?origin=resultslit>.

The paper presents a concept for an autonomous mobile robot designed for collecting animal waste from pastures. A structural scheme of the robotic system is proposed, including a drive mechanism, navigation system, and a sensor module for object detection and localization. Principles for automated control of the robot's motion and working cycle are formulated, aimed at minimizing human intervention and increasing the efficiency of the cleaning process. The development demonstrates the application of robotics and intelligent automation in agricultural environments and extends the scope of sector-specific manufacturing automation to the agricultural sector.

**Г7\_21. V. Hristov**, "Electric DC Drive System Allow Two Direction Energy Exchange," 2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Sozopol, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST62335.2024.10639798, <https://www.scopus.com/pages/publications/85203688394?origin=resultlist>.

The paper presents an experimental setup for investigating an electric drive with DC servo motors operating in the four quadrants of the mechanical characteristic and enabling bidirectional energy exchange with the power supply network. A system of two mechanically coupled DC motors controlled by thyristor converters is described, where one operates in motor mode and the other in generator mode. The control modes and settings of the current and speed regulators are analyzed, as well as their influence on the dynamic characteristics of the system. The obtained experimental results demonstrate the possibility of stable operation with energy recuperation and high regulation accuracy, making the system suitable for scientific research and applications in lifting and transport mechanisms.

**Г7\_22. V. Hristov** and I. Chekurov, "A Concept for Smart Warehouses Management for Cow Faeces," 2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Sozopol, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST62335.2024.10639627, <https://www.scopus.com/pages/publications/85203705984?origin=resultlist>.

The paper presents a concept for an intelligent system for management of storage facilities for animal waste, based on the principles of automation and digitalization of logistics processes. An architecture of a system for monitoring, data collection, and processing of information about the quantities and condition of stored material is proposed. Approaches for automated planning and optimization of warehouse operations have been developed, aimed at improving management efficiency and reducing operational costs. The development represents an application of intelligent management technologies in agricultural logistics and extends the field of sector-specific automation to systems for storage and management of biological waste.

**Г7\_23. A. Ismailov** and **V. Hristov**, "YOLO Performance Comparison on Stock Images of Grocery Products," 2024 32nd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM63374.2024.10812185, <https://www.scopus.com/pages/publications/85215509257?origin=resultlist>.

The paper presents a comparative analysis of the efficiency of different implementations of the YOLO algorithm for object recognition in images of food products. The indicators for accuracy, processing speed, and reliability of detection have been investigated for various model configurations. The obtained results have been used to evaluate the applicability of deep

learning in automated systems for visual inspection and control. The study demonstrates the possibilities for implementation of artificial intelligence methods in automation systems for manufacturing and logistics processes, particularly those related to product classification and identification.

**Г7\_24.** A. Slavova and **V. Hristov**, "Application of Reinforcement Learning in Autonomous Mobile Robots," 2024 32nd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2024, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM63374.2024.10812227, <https://www.scopus.com/pages/publications/85215513745?origin=resultlist> .

The paper presents the development and investigation of an approach for controlling an autonomous mobile robot using reinforcement learning methods. A model of a learning system is presented that forms a movement and decision-making strategy based on interaction with the environment. The possibilities for improving the adaptability and autonomy of robotic platforms in navigation and obstacle avoidance are analyzed. The results demonstrate the applicability of artificial intelligence methods in automated robotic systems and confirm their potential for integration into intelligent manufacturing and logistics environments.

**Г7\_25.** **V. Hristov** and I. Chekurov, "Laboratory Set-Up For The Research Of Roller Conveyors For Logistics Warehouses," 2024 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2024, pp. 525-530, doi: 10.1109/ICAI63388.2024.10851599, <https://www.scopus.com/pages/publications/85218213458?origin=resultlist> .

The paper presents the development and implementation of a laboratory setup for experimental investigation of roller conveyor systems used in logistics and warehouse automation complexes. The design of the test bench is described, as well as the architecture of the control and measurement system for key operational parameters—speed, load, and energy characteristics. The possibilities for optimization of transport processes through regulation of drive and control modes are analyzed. The obtained results confirm the applicability of the developed setup as a tool for synthesis, testing, and optimization of automated transport systems in manufacturing and logistics environments.

**Г7\_26.** Dimitrov, Kaloyan, and **Vladimir Hristov**. 2024. "Robustness and Scalability of Incomplete Virtual Pheromone Maps for Stigmergic Collective Exploration" Processes 12, no. 10: 2122. <https://doi.org/10.3390/pr12102122>, <https://www.scopus.com/pages/publications/85207374526?origin=resultlist> .

The paper presents the development and analysis of a method for collective autonomous navigation and environment exploration using virtual pheromone maps within a stigmergic approach. A model of incomplete virtual pheromone maps is introduced, enabling efficient distribution of exploration tasks among multiple mobile agents without centralized control. An analysis of the robustness and scalability of the proposed solution is carried out for different numbers of agents and partial information about the environment. The results show that the method ensures stable system behavior and good adaptability with increasing numbers of robots, making it applicable to automated warehouse, manufacturing, and logistics systems with collective control.

**Г7\_27. V. Hristov** and D. Pepedzhiev, "Digital Image Analysis of Surface Quality in Manufactured Flat Optical Lenses," 2025 14th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/MECO66322.2025.11049202, <https://www.scopus.com/pages/publications/105010514575?origin=resultlist>.

The paper presents the development of a method for automated quality control of flat optical lenses through digital image processing and analysis. An algorithmic approach for detection, segmentation, and classification of surface defects is proposed, based on extraction of informative features from high-resolution images. A software system for visual inspection has been implemented, which can be integrated into automated production lines. The experimental results demonstrate high sensitivity to micro-defects and stability of analysis under different lighting conditions, confirming the applicability of the proposed solution for intelligent automation of quality control processes in optical manufacturing.

**Г7\_28. V. Hristov**, "Control of Single-Axis Servo Motor Drive with PLC Controller," 2025 14th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2025, pp. 1-8, doi: 10.1109/MECO66322.2025.11049233, <https://www.scopus.com/pages/publications/105010386167?origin=resultlist>.

The paper presents the development of an automated control system for a single-axis servo electric drive mechanism implemented using a programmable logic controller (PLC). A structured approach for synthesis of the control algorithm is proposed, including generation of reference signals, position and speed feedback, and digital processing of control variables. The dynamic behavior of the system under different operating modes has been investigated, and the indicators for accuracy, response speed, and stability have been analyzed. The obtained results demonstrate the applicability of the developed solution for automation of positioning mechanisms in industrial robotic and mechatronic systems.

**Г7\_29. A. Ismailov** and **V. Hristov**, "Brochure Segmentation Methodology," 2025 14th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 2025, pp. 1-5, doi: 10.1109/MECO66322.2025.11049297, <https://www.scopus.com/pages/publications/105010533099?origin=resultlist>.

The paper presents the development of a methodology for automated segmentation of images of brochures and printed documents aimed at structuring and analyzing visual content. An algorithmic approach is proposed for dividing the image into logical regions (text fields, graphical elements, and background zones) through the application of digital image processing methods and extraction of characteristic features. An experimental system for document image processing has been implemented, demonstrating high segmentation accuracy for complex layouts. The obtained results confirm the applicability of the developed method in systems for document workflow automation, visual inspection, and intelligent processing of industrial and commercial documentation.

**Г7\_30. A. Ismailov** and **V. Hristov**, "Pruning YOLOv8 Detection Models Using Sipp Pruning Method," 2025 60th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Ohrid, North Macedonia, 2025, pp. 1-4, doi:

10.1109/ICEST66328.2025.11098194,  
<https://www.scopus.com/pages/publications/105014348265?origin=resultlist>.

The paper investigates and applies a method for optimization of deep neural networks for object recognition through the use of the SIPP pruning method on YOLOv8-type models. An approach has been developed for reducing the number of parameters and the computational complexity of the model while maintaining high detection accuracy. A comparative analysis between original and optimized models has been carried out based on indicators such as accuracy, processing time, and resource efficiency. The obtained results demonstrate the possibility of implementing lightweight machine vision models in manufacturing automation systems, embedded systems, and robotic platforms with limited computational resources.

**Г7\_31. V. D. Hristov** and D. P. Pepedzhiev, "Defects in the Finishing Process of Micro-Optical Lenses: Analysis and Mitigation Strategies," 2025 60th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Ohrid, North Macedonia, 2025, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST66328.2025.11098313, <https://www.scopus.com/pages/publications/105014338076?origin=resultlist>.

The paper examines defects occurring during the finishing process of micro-optical lenses and their influence on optical characteristics. The main types of surface and subsurface defects are analyzed, as well as modern methods for their detection, including atomic force microscopy, white-light interferometry, and confocal microscopy. Key technological factors leading to defect formation are identified, such as mechanical stress, tool inaccuracies, and measurement disturbances, highlighting the need for advanced technological and intelligent approaches to improve the quality of micro-optical lenses.

**Г7\_32. V. D. Hristov** and D. P. Pepedzhiev, "Digital Image Analysis of Surface Quality in the Production of Convex Optical Lenses," 2025 60th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST), Ohrid, North Macedonia, 2025, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEST66328.2025.11098351, <https://www.scopus.com/pages/publications/105014375922?origin=resultlist>.

The paper presents the development and investigation of a method for digital image analysis for evaluating the surface quality of convex optical lenses in a manufacturing process. An algorithm for automated detection and classification of surface defects has been implemented through image processing techniques including filtering, segmentation, and extraction of informative features. An experimental analysis of the influence of image parameters and illumination conditions on detection reliability has been carried out. The obtained results demonstrate the possibility of implementing the developed approach in automated quality control systems for optical and precision manufacturing, as part of intelligent production lines.

**Г7\_33. Damyanov, I., Mladenov, G., Saliev, D., Miletiev, R., Dimitrov, K., & Hristov, V.** (2025). Infrared Thermal Monitoring of Intersection Elements of Urban Road Infrastructure and Road Traffic Via Drone. *Civil Engineering Journal*, 11(5), 1739–1755. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2025-011-05-02>, <https://www.scopus.com/pages/publications/105007694081?origin=resultlist>

The paper presents the development and analysis of a method for remote monitoring of elements of urban road infrastructure and traffic using an unmanned aerial vehicle equipped with an infrared thermal camera. A thermal imaging system for data acquisition and processing has been implemented to identify temperature anomalies in road pavement and structural elements of intersections. An experimental analysis of the possibilities for detecting defects, areas of increased load, and traffic intensity has been carried out. The obtained results demonstrate the applicability of the proposed approach for intelligent management and maintenance of urban infrastructure within intelligent transport systems and automated monitoring frameworks.

**Г7\_34.** A. Slavova and **V. Hristov**, "Policy Interpretation for Deep Reinforcement Learning," 2025 International Conference Automatics, Robotics and Artificial Intelligence (ICARAI), Sozopol, Bulgaria, 2025, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICARAI67046.2025.11137898, <https://www.scopus.com/pages/publications/105017626346?origin=resultlist> .

The paper investigates the problem of interpretability of control policies obtained through deep reinforcement learning methods in the context of autonomous and automated systems. An approach has been developed for analysis and formalization of the behavior of trained models through extraction of relationships between environment states and control actions. Methods for visualization and evaluation of policies are presented in order to improve the reliability and predictability of control. The obtained results contribute to the implementation of artificial intelligence algorithms in automation and robotic control systems, where traceability and explainability of decisions are required.

**Г7\_35.** Slavova, Anastasiya, and **Vladimir Hristov**, "Mapless Navigation with Deep Reinforcement Learning in Indoor Environment", 2025, Engineering Proceedings 100, no. 1: 63. <https://doi.org/10.3390/engproc2025100063>, <https://www.scopus.com/pages/publications/105017742354?origin=resultlist>.

The paper presents the development of an approach for autonomous navigation of a mobile robot in an indoor environment without the use of a pre-built map (mapless navigation), based on deep reinforcement learning methods. A real-time decision-making model has been implemented through learning from interaction with the environment, using sensor data for obstacle avoidance and optimal trajectory planning. An experimental analysis of the robustness and efficiency of the proposed algorithm has been carried out in both simulated and real environments. The results demonstrate the possibility of applying the method in autonomous robotic systems and intelligent transport and logistics applications related to the automation of navigation processes.

**Г7\_36.** Mladenov, Georgi, Nikola Kuzmanov, and **Vladimir Hristov**, "Research on and Analysis of Brake Fluid Impact on Brake System Performance" 2025, Engineering Proceedings 100, no. 1: 27. <https://doi.org/10.3390/engproc2025100027>, <https://www.scopus.com/pages/publications/105017782936?origin=resultlist> .

The paper presents an experimental investigation and analysis of the influence of brake fluid properties on the operational characteristics of an automotive braking system. A methodology for measurement and processing of data related to pressure, temperature, and braking process dynamics has been developed. Automated acquisition and analysis of parameters have been performed under different load conditions. The obtained results allow the synthesis of

relationships between the physicochemical properties of the working medium and the efficiency of controlled technical systems, which is important for automated control and diagnostics of mechatronic and transport systems.

**Г8\_1. Hristov, V. D, Ionkov, T. S, 2020, POSITION CONTROL OF ASYNCHRONOUS MOTOR BY VECTOR CONTROL, Proceedings of the Technical University – Sofia, pp. 50-59, [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper\\_10.47978@TUS.2020.70.01.006.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper_10.47978@TUS.2020.70.01.006.pdf)**

The paper presents the development and investigation of a method for position control of an induction motor using vector control. A mathematical model of the electric drive is presented, and an algorithm for decomposition of current components has been implemented to enable independent control of torque and magnetic flux. A system for automated position regulation has been developed using feedback and digital control. An experimental analysis of the dynamic and static characteristics of the system has been carried out, evaluating the accuracy, stability, and response speed of the drive. The results demonstrate the applicability of the proposed solution for automated electric drive systems in industrial applications.

**Г8\_2. Tsvetoslav Tsvetanov Iliev, Hristov, V. D, Nikolina Georgieva Vladimirova, Miroslav Ivailov Nikolov, 2023, СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗИРАНО СЪБИРАНЕ И АНАЛИЗ НА ДАННИ ОТ ПЧЕЛНИ КОШЕРИ, ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ – ЛОВЕЧ НАЦИОНАЛНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ TechCo-2023, Ловеч, pp., <https://www.tugab.bg/images/tk-lovech/Techco-Lovech-23-web.pdf>**

The paper presents the development of a system for automated collection, processing, and analysis of data from beehives for the purpose of monitoring the biological and ecological condition of bee colonies. An architecture of an embedded measurement system is proposed, including sensors for temperature, humidity, mass, and acoustic parameters, as well as a communication module for remote data transmission. A software module for automated analysis and visualization of the measured parameters has been implemented. The system provides conditions for intelligent management and optimization of beekeeping processes and represents a practical example of automation of biological production processes.

**Г8\_3. Denis Mustafaov Ismetov, Hristov, V. D, Dimitar Georgiev Zhelev, Aleksandar Iuriev Hadzhidimitrov, 2023, Система за преработка на пластмасови бутилки във фрагмент за нуждите на 3D принтерите, ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ – ЛОВЕЧ НАЦИОНАЛНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ TechCo-2023, Ловеч, pp., <https://www.tugab.bg/images/tk-lovech/Techco-Lovech-23-web.pdf>**

The paper presents an automated system for recycling plastic bottles by converting them into filament intended for use in 3D printers. A functional structure of the technological line has been developed, including stages for material shredding, thermal processing, and extrusion. Control modules for temperature regimes and extrusion speed have been implemented in order to ensure stable geometric and mechanical characteristics of the produced filament. The system represents an applied solution in the field of automation of waste material recycling processes and supports the implementation of circular economy principles in manufacturing systems.

**Г8\_4. Владимир Христов, УПРАВЛЕНИЕ НА АСИНХРОННИ ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНИЯ С МАТРИЧНИ ИНВЕРТОРИ, Годишник на Технически Университет - София, том 69, книга 2, 2019, ISSN 1311-0829, [https://proceedings.tu-sofia.bg/volumes/Proceedings\\_volume\\_69\\_book\\_2\\_2019.pdf](https://proceedings.tu-sofia.bg/volumes/Proceedings_volume_69_book_2_2019.pdf)**

The paper investigates the control of induction electric drives implemented using matrix inverters as an alternative to classical frequency converters. Models of the electric drive and the power converter have been developed, along with algorithms for generating control signals in order to ensure stable dynamic and energy characteristics. The operating modes and the influence of the matrix inverter on power quality and speed regulation have been analyzed. The obtained results have direct application in the automation of industrial drives and energy-efficient manufacturing systems.

**Г8\_5. Boris Kostov, Vladimir Hristov, Algorithm for PICKING, orienting and PLACING an object with a 6-axis robot and a 2D visual inspection camera, Годишник на Технически Университет – София, том 70, книга 1, 2020 , DOI: 10.47978/TUS.2020.70.01.005, [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper\\_10.47978@TUS.2020.70.01.005.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper_10.47978@TUS.2020.70.01.005.pdf)**

The paper presents the development and experimental validation of an algorithm for automated grasping, orientation, and positioning of objects using a 6-axis industrial robot with a 2D machine vision system. A functional integration between the vision system and the robot control system has been implemented through transformation of image coordinates into the robot coordinate system. The proposed solution provides improved positioning accuracy and robustness to variations in object placement. The algorithm is applicable in automated manufacturing cells for assembly, sorting, and inspection, representing a significant contribution to the field of vision-based control of robotic systems.

**Г8\_6. Vladimir D. Hristov, Todor S. Ionkov, Richard E. Bashev, SOFTWARE TO RESEARCH THE STATIC MECHANICAL CHARACTERISTIC OF DC MOTORS, DOI: 10.47978/TUS.2021.71.03.007, [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper\\_10.47978@TUS.2021.71.03.007.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper_10.47978@TUS.2021.71.03.007.pdf)**

The paper presents the development of a software tool for investigation and analysis of the static mechanical characteristics of DC electric motors. Functions for automated control of the load mode and acquisition of experimental data have been implemented, enabling the synthesis and visualization of torque–speed characteristics. The system provides the possibility to compare theoretical and experimental results and supports the processes of diagnostics and optimization of electric drives. The development has applications in the automation of laboratory test benches and in education in electric drives and industrial automation.

**Г8\_7. Danail V. Slavov, Vladimir D. Hristov, REMOTE WI-FI CONTROL OF A HOLONOMIC MOBILE ROBOT, PROCEEDINGS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF SOFIA, ISSN: 2738-8549, VOL. 71, NO. 3, YEAR 2021 ,DOI: 10.47978/TUS.2021.71.03.005, [https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper\\_10.47978@TUS.2021.71.03.005.pdf](https://e-university.tu-sofia.bg/e-conf/files/169/paper_10.47978@TUS.2021.71.03.005.pdf)**

The paper presents the development of a system for remote control of a holonomic mobile robot via wireless Wi-Fi communication. An architecture of the control system is described, including

a communication module, control algorithm, and a software interface for real-time operator interaction. Functions for motion control with multiple degrees of freedom as well as monitoring of key operational parameters have been implemented. The development demonstrates the integration of embedded systems and network technologies in mobile robotics and automation tasks and creates prerequisites for application in intelligent transport and service robotic systems.

**Г8\_8.** Slavov D, Slavova A, **Hristov V.**, Research on Computer Vision Models for Deep Learning in Autonomous Mobile Robots[J]. IOP Publishing Ltd, 2024.IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1317 012011, DOI 10.1088/1757-899X/1317/1/012011, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1317/1/012011>

The paper presents a study and comparative analysis of computer vision models based on deep learning intended for application in autonomous mobile robots. Different neural network architectures for object recognition and localization in real environments are examined, and their influence on accuracy, computational complexity, and response time of the robotic system is evaluated. The obtained results demonstrate possibilities for optimization of visual perception in autonomous navigation and obstacle avoidance. The study contributes to the synthesis of intelligent perception and control algorithms in mobile robotic systems.

**Г8\_9. V. Hristov**, M. Doichev, A. Ismailov and D. Pepedzhiev, "Performance Analysis of Classical vs. Machine Learning-Based Image Segmentation Algorithms in a Java Web Environment," 2025 9th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkiye, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-8, doi: 10.1109/ISMSIT67332.2025.11267891, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11267891>

The paper presents a comparative analysis between classical image segmentation algorithms and machine learning-based methods implemented in a web-based environment using the Java language. Indicators such as segmentation accuracy, computational efficiency, and robustness for different types of images have been investigated. An experimental platform for testing and visualization of results has been developed, enabling an objective evaluation of the applicability of both approaches in automated visual inspection tasks. The obtained results contribute to the development of methods for intelligent image processing in automation and educational systems.

**Г8\_10. V. Hristov**, M. Doichev, A. Ismailov and D. Pepedzhiev, "A Web-Based Image Segmentation Tool for Educational Purposes Using Java," 2025 9th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkiye, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISMSIT67332.2025.11267869, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11267869> .

The paper presents the development of a web-based software tool for image segmentation implemented in the Java language, intended for educational and research purposes. An architecture of the system is presented that enables the integration of classical and intelligent segmentation algorithms, as well as interactive visualization of the results. The tool provides an environment for experimental investigation of algorithms for digital image processing and

machine learning, supporting education in automated visual inspection and intelligent image analysis systems. The development has practical application in the training of specialists in the field of automation and computer vision.

**Г8\_11. V. Hristov** and D. Pepedzhiev, "Development and Implementation of a 2D Vision-Guided Robotic System for Industrial Inspection and Manipulation," 2025 33rd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM66943.2025.11304072, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11304072>.

The paper presents the development and experimental validation of a robotic control system based on 2D machine vision, intended for automated industrial inspection and object manipulation. An architecture of a vision-guided robotic system is described, including a camera, image processing algorithms, and a communication interface with an industrial robot. Methods for detection, localization, and orientation of parts within the working area have been implemented, enabling automated positioning and inspection. The obtained results demonstrate improved accuracy and repeatability of manipulation operations, as well as the possibility for integration of the system into real industrial manufacturing processes.

**Г8\_12.V. Hristov** and A. De Amorim, "Development of a Remote Control Interface for a Mobile Robot using ROS and LabVIEW," 2025 33rd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM66943.2025.11304036, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11304036>.

The paper presents the development and implementation of a software interface for remote control of a mobile robot, based on the integration between the ROS environment and the LabVIEW graphical platform. An architecture for communication between the control computer and the robotic platform is described, enabling real-time data exchange. Functions for telemetry, state visualization, and manual motion control have been implemented. The proposed solution allows flexible experimentation with control and navigation algorithms and creates prerequisites for implementation in educational and research environments in the field of automation and robotics.

**Г8\_13.V. Hristov** and A. De Amorim, "A ROS and MATLAB/Simulink Framework for Modeling and Control of a Robotic Manipulator," 2025 33rd National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2025, Publisher: IEEE, pp. 1-4, doi: 10.1109/TELECOM66943.2025.11304077, <https://ieeexplore.ieee.org/document/11304077>.

The paper presents the development and experimental validation of an integrated framework for modeling and control of a robotic manipulator through the joint use of the ROS and MATLAB/Simulink environments. An architecture for real-time data exchange between the simulation environment and the physical robotic system is described. Models of the kinematics and dynamics of the manipulator have been implemented, as well as algorithms for position and trajectory control. The proposed solution provides a flexible platform for investigation, synthesis, and verification of control algorithms and creates conditions for effective implementation in automated robotic systems.