



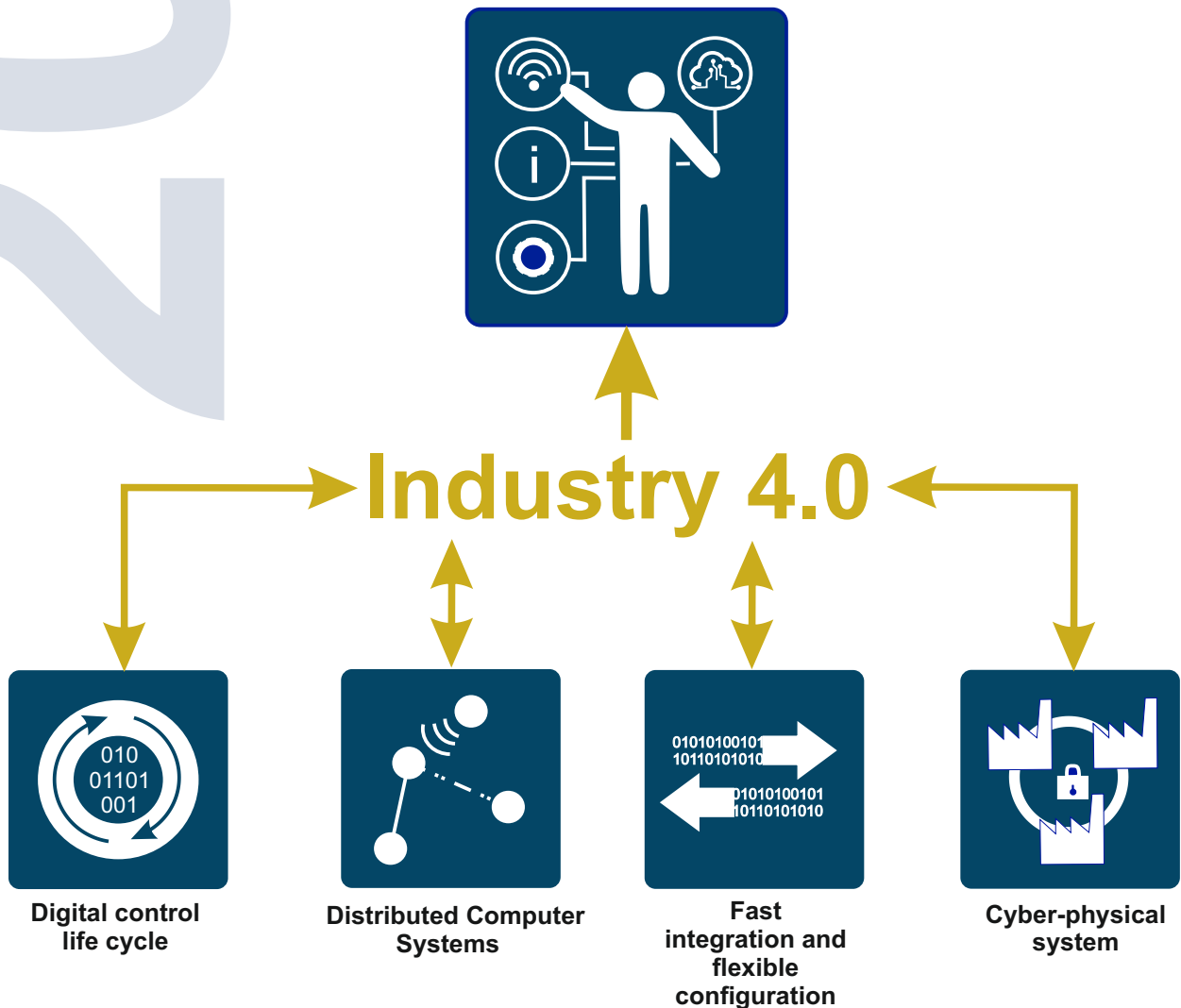
The Ministry of
Education and Science
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National
University of
Radio Electronics

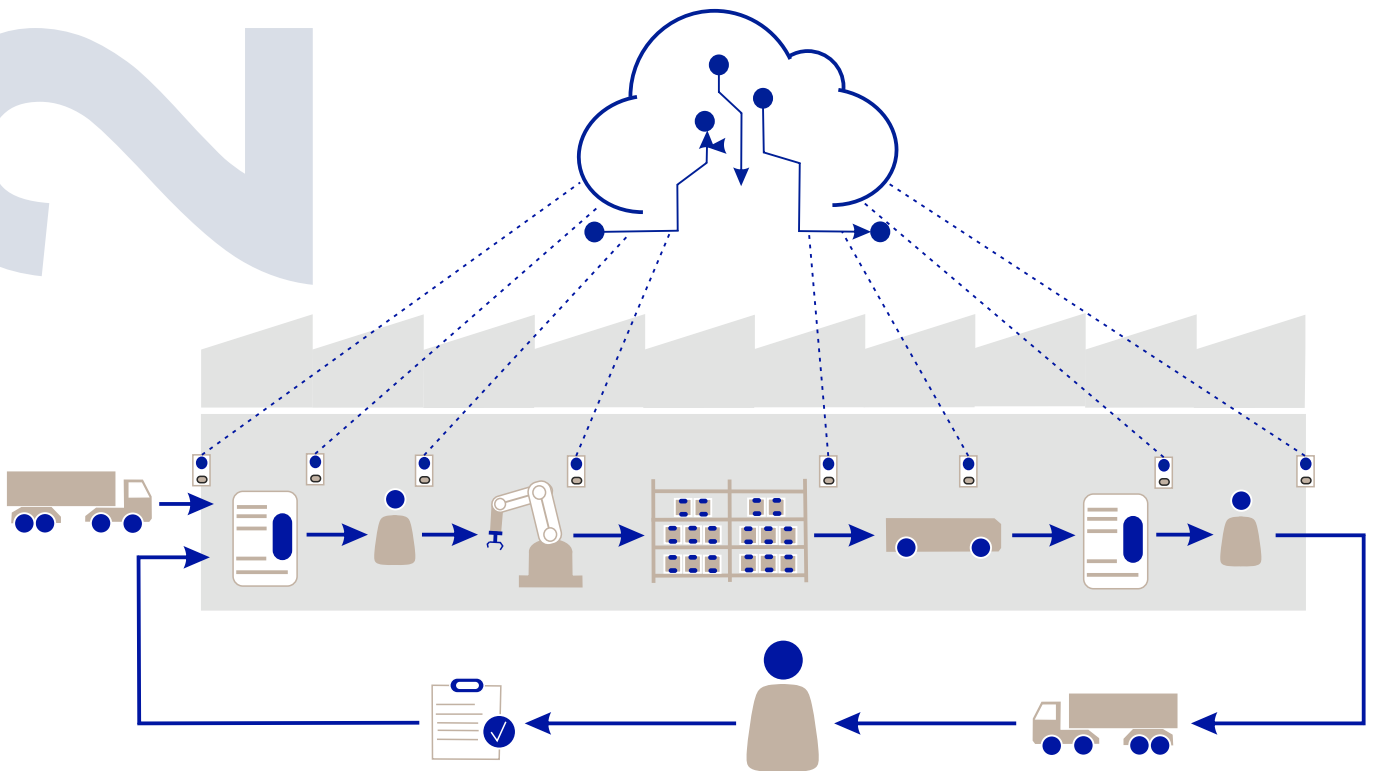
KITAM

COLLECTION
OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER
«Automation and Development of Electronic Devices»
ADED-2022
(Part 2)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей
«Автоматизація та приладобудування»
ADED-2022
(Випуск 2)
[електронне видання]



→ Industry 4.0

- Головий редактор** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Редакційна колегія:** **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Андрусевич Анатолій Олександрович**, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету
- Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».
- Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.
- Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».
- Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.
- Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського
- Демська Наталія Павлівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
- Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».
- Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

РОБОТ-МАНІПУЛЯТОР З М'ЯКИМ ЗАХОПЛЕННЯМ**О.Ю. Лучанінова**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

Email: oleksandra.luchaninova@nure.ua

Анотація: У статті було розглянуто роботи маніпулятори. Проаналізовано конфігурацію даних роботів та типи кінцевих ефекторів, принцип їх роботи та в яких випадках краще використовувати певні види роботизованих рук.

Ключові слова: робот-маніпулятор, роботизована рука, захоплення, кінцевий ефектор.

ROBOT MANIPULATOR WITH SOFT GRIP**O. Luchaninova**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

Email: oleksandra.luchaninova@nure.ua

Anotations: The article discussed the work of manipulators. The configuration of these robots and the types of end effectors, the principle of their operation and in which cases it is better to use certain types of robotic hands are analyzed.

Key words: robot manipulator, robotic arm, grip, end effector.

Ціль робототехніки це доповнити або замінити людей у виконанні побутових, складних або небезпечних завдань. Роботи-маніпулятори (РМ) використовують у промислових виробництвах, медицині, будівництві, на складах та навіть у космосі. Робот-маніпулятор – це механізм з електронним управлінням, що складається з декількох сегментів, який виконує завдання, взаємодіючи з навколишнім середовищем [1]. Таких роботів, також, називають роботизовані руки (РР), так як вони імітують рухові і робочі функції руки людини. Головною задачею РМ є маніпулювання та переміщення об'єктів у просторі. РР зазвичай складаються з двох частин: рука або тіло та зап'ястя. Перша частина робота використовується для переміщення та позиціонування об'єктів у робочому просторі. Вони складаються з трьох суглобів з'єднаних великими ланками [2]. Зап'ястя використовується для орієнтації деталей на робочому місці. Ця частина складається з двох або більше захоплювачів.

РМ створюються з послідовних комбінацій ланок та з'єднань. Ланки визначаються як жорсткі секції, що утворюють механізм, з'єднуючи суглоби або осі. Осі або ступені свободи – це рухомі компоненти РМ, які визивають відносний рух між з'єднаними ланками. Кожна вісь маніпулятора відповідає кількості двигунів у середині робота. Вони можуть мати від двох і більше степенів свободи. Більшість роботів мають від чотирьох до шести осей, так як їх діапазон руху аналогічний руху руки людини. Є декілька типів з'єднань, це з'єднання, які виконують лінійних рух або обертальний рух.

Секція руки та тіла РМ будується на одній з багатьох конфігурацій. Кожна форма застосовується для різних робочих середовищ та підходить для певних завдань. Конфігурація РМ бувають таких типів [3]:

– портальні або декартові роботи. Перевагою цих роботів є проста система керування, в залежності від моделі може підіймати дуже важкі предмети, вони точні та відносно дешеві. Але вони не здатні робити обертальні рухи. Ці маніпулятори використовують декартову систему координат (X, Y, Z) для лінійних переміщень по трьом осям, а саме: вперед-назад, вгору та вниз, зі сторони в сторону. Усі три суглоба є поступальними, що означає, що рух суглоба обмежений. Систему тіла робота представлений на рисунку 1 (а).

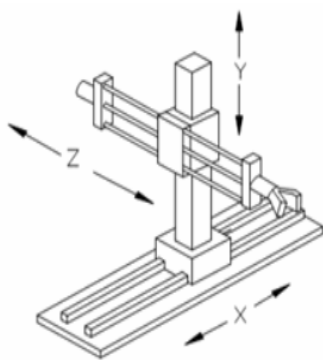
– циліндричні роботи. Такий тип маніпулятора є жорсткий, точний, він ідеально підходить для додатків, потребуючих кругову геометрію. Робот має один обертальний шарнір в основі та два лінійні шарніри. Зазвичай їх використовують у закритому просторі. Але цей тип є застарілим, і в нього обмежена гнучкість руху (рис. 1 (б)).

– полярні роботи. Ці роботи мають просту систему управління, ніж інші типи, в них великий радіус робочого простору, та вони швидші ніж шарнірні РМ. Маніпулятор мають комбінацію двох обертальних та однієї лінійної ланки. До недоліків можна віднести те, що це стара технологія, потребує доволі велику площу та вони не такі гнучкі, як шарнірні роботи. На рисунку 1 (в) представлена конструкція РМ.

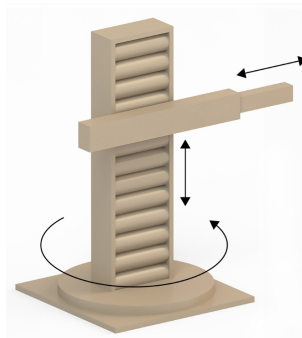
– роботи SCARA. Роботи підходять для багатьох складальних операцій, вони швидкі та точні. SCARA схожі на декартових роботів, тим що вони рухаються по трьом осям, але в цьому типі два суглоби є обертальними, що дозволяє їм робити більш складні рухи. Дані маніпулятори менш жорсткі, ніж декартові, та мають обмеження у вазі, яку вони здатні підіймати. РМ має невелику площу основи та зазвичай використовуються для задач, в яких відстань, яку необхідно пересувати відносно невелика. В них менше ступенів свободи ніж у роботів з шарнірним тілом, тому вони не такі гнучкі, у швидкості вони поступаються роботам типу Delta. На рис. 1 (г) зображено тіло такого робота.

– роботи Delta. Роботи з тілом Delta мають саму швидку конструкцію маніпуляторів для задач захоплення і розміщення, також він є легким та точним. Робот має три маніпулятора у формі паралелограма. Зазвичай його розташовують над деталями на підвісній естакаді. Маніпулятор має перевернуту куполоподібну робочу оболонку, яку можна побачити на рис. 1 (г). Маніпулятори даного типу не можуть підіймати важкі грузи, це обмежує їх типи захоплювачів та задачі, які вони можуть виконувати. Недоліком даного типу є те що, роботи не підходять для роботи з об'єктами у вертикальній площині та в них обмежений захват об'єктів. Іноді конструкцію Delta поєднують з шарнірними РМ розташувавши обертальні з'єднання на кінці рук, для збільшення гнучкості системи.

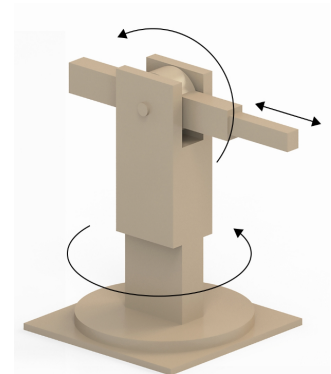
– шарнірні РР. Порівняно з іншими типами маніпуляторів рух шарнірних роботів більш всього нагадує рух руки людини. Зазвичай має шість осей, їх може бути більше або менше в залежності від задач, які поставлені роботу. Чим більше в нього ступенів свободи тим плавніше його рухи. Ці РМ є самими гнучкими з усіх тіл, завдяки тому що всі суглоби мають обертальний рух, на відміну від інших типів. Шарнірні роботи використовуються в таких задачах, як захват та переміщення, дугова зварка, точкова зварка, упакування, навантажувально-розвантажувальні роботи та обслуговування машин. Також вони можуть підіймати об'єкти різної форми та ваги, використовуючи захвати різної форми. Вони є складними в управлінні та на виробництвах є досить великими, тому потребують огороження. Також вони є повільнішими від деяких інших РМ. На рисунку 1 (д), представлено основу робота даного типу.



а



б



в



Рисунок 1 – Типи РМ [3]

Зап'ястя РМ представляє з себе захоплювані маніпулятори, або кінцеві ефектори, також їх називають End of Arm Tooling (EoAT). Кінцеві ефектори дозволяють роботу взаємодіяти з об'єктами у робочому просторі. Так само як і тіло робота, зап'ястя буває різного типу. Вибір відповідного кінцевого ефектору має вирішальне значення для правильної роботи робота. Всі предмети, деталі або інструменти мають різну форму, вагу та крихкість. Тому при виборі типу маніпулятора дивляться на наступні характеристики:

- сила захоплення;
- розмір;
- маса;
- спосіб захоплення;
- точність.

Існує багато типів кінцевих ефекторів для різних типів задач. Одні захвати виглядають, як руки з різною кількістю пальців, інші взагалі схожі на кігті або лапи восьминогів з присосками, є також з магнітним наконечником, їх можна побачити на рисунку 2.



Рисунок 2 – Типи кінцевих ефекторів [4]

Маніпулятори бувають таких типів [4]:

- сервоелектричні захоплення. Ці захоплення оснащені електродвигуном та контролером. Контролер видає сигнал, що відноситься до сили, положення або швидкості, що вимагається від робота. Захоплення отримує сигнал, та його двигун виконує

запрограмований рух. Деякі сервоелектричні захвати мають додаткові функції, які взаємодіють із системою управління.

- щелепні захоплення. Бувають з двома пальцями, які відкриваються та закриваються, затискаючи деталь та утримуючи її з силою. Ці захоплення зазвичай використовують у виробничих умовах для невеликих робіт. Однак цей тип не податливий, коли справа доходить до роботи з нестандартними формами та розмірами. Також вони бувають з трьох пальців, які стуляються з предметом та утримують його в центрі. Вони зазвичай використовуються для круглих чи циліндричних предметів.

- магнітні захоплення. Магнітні захвати використовують намагнічену поверхню захоплення металевих предметів. Цей тип захоплення зазвичай не включає пальці або щелепи, натомість він покладається на гладкі магнітні поверхні для маніпулювання. Магнітні захоплення поширені у галузях, де листовий метал та автомобільні деталі переміщуються по складальній лінії.

- гідравлічні захоплення. Це надпотужні захоплення, які додають велику силу, необхідну великих чи важких предметів. Гідравлічні захвати мають поршневу конструкцію, що означає, що вони вимагають більшого обслуговування, ніж захвати інших типів.

- пневматичні захоплення. Пневматичні захвати працюють з використанням стисненого повітря та поршнів. Пневматичним системам захоплення потрібно подача повітря, яка піддає поршні захоплення впливу стисненого повітря, що призводить до закриття захоплення на об'єкті. Захоплення відкривається та звільняє предмет, коли тиск скидається.

- вакуумні захоплення. Вакуумні захоплення використовують різницю між внутрішнім тиском повітря захоплення та зовнішнім тиском повітря для підйому, утримання та переміщення предметів. Присоски діють як точка контакту між предметом та захопленням робота. Просто змінивши розмір та форму, а також присоски, ви зможете легко обробляти змішані серії продуктів. Деяким вакуумним захопленням потрібна зовнішня подача повітря, але не всім. Деякі вакуумні захоплення оснащені вбудованими генераторами вакууму, що живляться від джерела живлення, що і робот, що усуває необхідність у зовнішньому джерелі повітря.

- м'які або гнучкі типи захвату. Ці захоплення, можуть підіймати крихкі предмети, не пошкоджуючи їх. Конструкція цього типу виглядає, як силіконові циліндри з камерою, що приводяться в дію тиском. Захоплення складається з кількох циліндрів або пальців. Зокрема, кожен окремих палець може розглядатися як захоплення, оскільки він може обмотатися навколо об'єкта і підняти його. Пальці можуть розташовуватися симетрично або асиметрично, приводяться в дію групами або працюють незалежно один від одного [5], на рисунку 3 представлені найпопулярніше розташування циліндрів. Так як циліндри складаються з силіконових матеріалів, то еластичні матеріали відіграють ключову роль у м'яких захватах: характеристики матеріалу, такі як максимальна пружна деформація, жорсткість і в'язкість, впливають на хід захоплення, зусилля, яке він може створити, і час його відгуку. Найбільш широко використовуваними матеріалами для м'яких захоплень є еластомери завдяки великим деформаціям [6]. Силіконові каучуки були найбільш популярним вибором для захоплень завдяки простоті виготовлення, низької токсичності, міцності та низьким коефіцієнтам механічного демпфування.

Отже можна зробити висновки, що РМ зараз є досить розповсюдженими в різних сферах промисловості, завдяки тому що виконують повторювані задачі зі швидкістю та точністю, перевищуючи можливості людини. На даний час немає РР універсальних, які підійдуть для всіх типів об'єктів, тому вони мають різну конфігурацію та кінцевий ефектор, який підійде для необхідної задачі поставленої перед роботом.

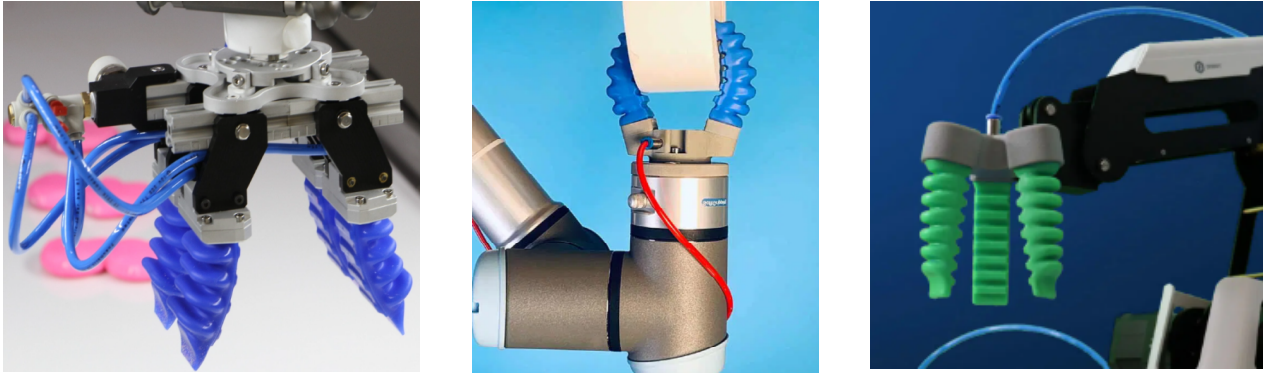


Рисунок 3 – Види м'яких захоплювачів

ЛІТЕРАТУРА

1. What is a robot manipulator ? // Сайт RobotWorkx. URL: <https://www.robots.com/faq/what-is-a-robot-manipulator> (дата звернення: 21.11.2022)
2. Types of Industrial Robots and Their Different Uses // Сайт Howtorobot, 31 серпня 2021р. URL: <https://www.howtorobot.com/expert-insight/industrial-robot-types-and-their-different-uses>
3. Robot grippers explained// Сайт Universal robots, 6 вересня 2019р. URL: <https://www.universal-robots.com/blog/robot-grippers-explained/>
4. Soft flexible gripper design, characterization and application: матеріали International conference on system, control and information technologies 2016, грудень 2016. / Fras Jan. DOI:10.1007/978-3-319-48923-0_40
5. Soft Robotic Grippers: матеріали Advanced materials, volum 30, issue 29, 19 липня 2018р. / Джун Шинтаке, Вито Какуччиоло, Дарио Флореано, Герберт Ши. DOI:10.1002/adma.201707035
6. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.
7. Євсєєв В.В. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi и мови Python 3.6) // Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В. Підручник. – Харків : 2020. С. 257.
8. Development of a 3D Model of a Manipulator for Mobile Robotic Platforms Based on Unigraphics NX / V. Yevsieiev, I. Nevliudov, N. Demska, Y. Valkivskyi // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. – Серія : Технічні науки. – 2022. – Т. 33(72), № 1. – С. 157–164.
9. Attar, H., & et al.. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 3046116, <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>.
10. Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.
11. Yevsieiev, V. ., Maksymova, S. ., & Starodubcev, N. . (2022). A ROBOTIC PROSTHETIC A CONTROL SYSTEM AND A STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (August 12, 2022; Zurich, Switzerland), 113–114. <https://doi.org/10.36074/logos-12.08.2022.33>