



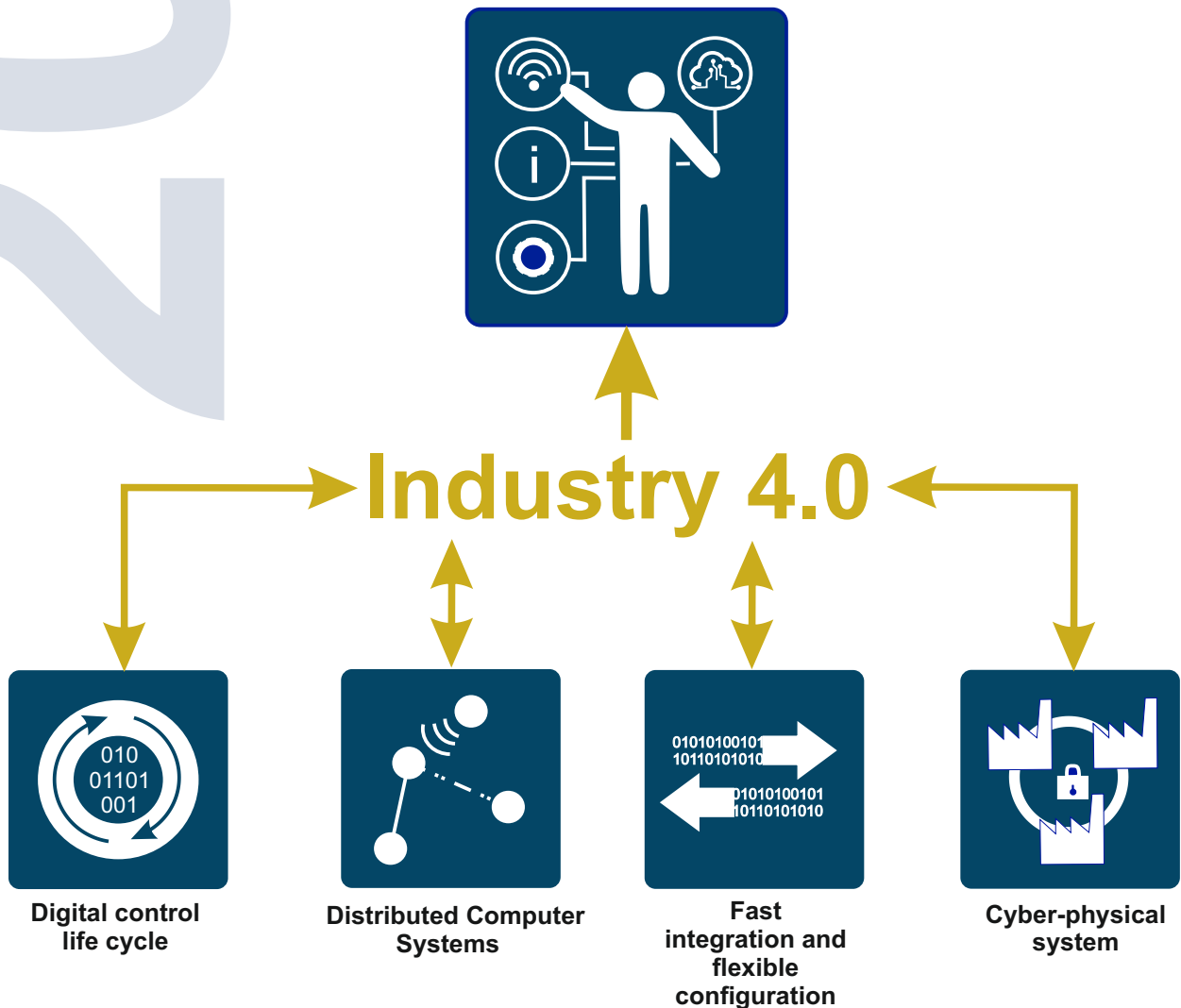
The Ministry of
Education and Science
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National
University of
Radio Electronics

KITAM

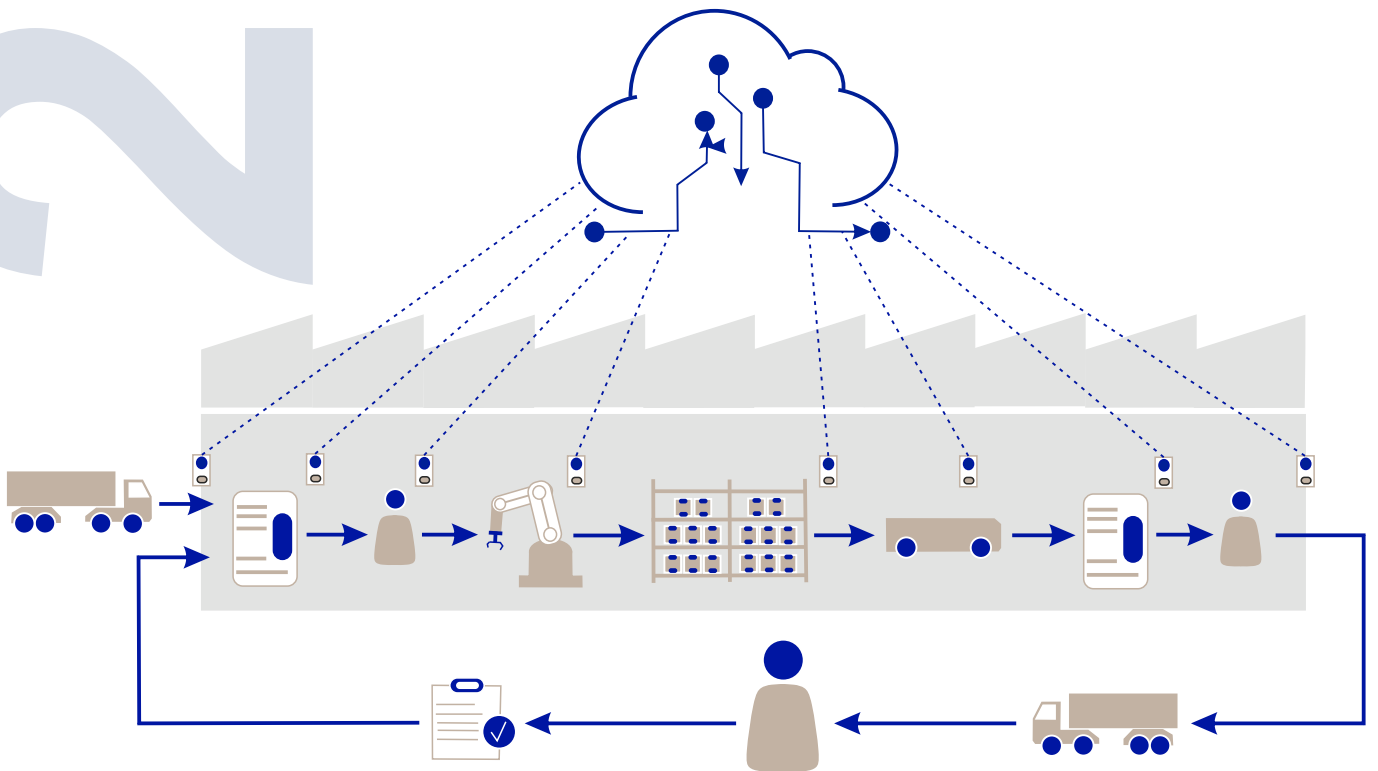
COLLECTION
OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER
«Automation and Development of Electronic Devices»
ADED-2022
(Part 2)



2022

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 підприємства «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.

АНАЛІЗ БУДОВИ ГУСЕЧЕНОГО ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНОГО РОБОТА

В.С. Головіна

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

Email: vladyslava.holovina@nure.ua

Анотація: Дання стаття розглядає моделі наземних гусенечних пошуково-рятувальних роботів та розглянуто та проаналізовано будову гусенечного колеса. Було проаналізовано різноманітні гусенечні модулі, їх побудову та механіку руху.

Ключові слова: пошуково-рятувальний робот, модель пошуково-рятувальний робота, гусенечний робот, надзвичайні події.

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF A GROUNDED SEARCH AND RESCUE ROBOT

V. Holovina

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

Email: vladyslava.holovina@nure.ua

Anotations: This article considers models of ground tracked search and rescue robots, and the structure of the tracked wheel is considered and analyzed. Various crawler modules, their construction and movement mechanics were analyzed.

Key words: search and rescue robot, model search and rescue robot, crawler robot, emergency events.

Досить часто аварійно-рятувальні або, як їх ще називають, пошуково-рятувальні роботи доводиться здійснювати роботу в умовах надзвичайних подій. Такі роботи використовуються як при обвалах будівель, техногенних катастроф, пожежах, повенях, залежно від роду події прийнято застосовувати різних роботів.

У цій статті буде розглянуто гусеничний тип наземного пошуково-рятувального робота. Останніми роками популярні мобільні роботи, оснащені декількома датчиками, для огляду місць події. Різні датчики використовують для отримання необхідної інформації про довкілля та передачі його рятувальникам через надійну систему зв'язку. Такі роботи можуть збирати інформацію про ґрунт і ґрунт, про шкідливі гази та речовини, що знаходяться в повітрі, отримувати знімки місця події для безпечної роботи рятувальників. Так само такі роботи актуальні для отримання інформації в місця, куди не може фізично пройти людина. Якщо небезпеки немає, рятувальники можуть пройти вперед і дістатися роботів, а потім керувати роботом, щоб вирушити на допомогу. Щойно під час порятунку буде отримано небезпечну інформацію про навколишнє середовище, воно попередить рятувальників про необхідність деяких приготувань. Отже, це зробить роботу рятувальників набагато безпечнішим.

Важко спроектувати універсальну пошуково-рятувальну роботизовану систему, досконалу за всіма параметрами. Так само при створенні таких мобільних роботів належить вирішити безліч серйозних проблем в залежності від події, таких як вибухозахищена та водонепроникна конструкція, подолання бар'єрів, виявлення інформації про газ, сканування уламків, збирання зображень та звуків, виявлення потерпілих, передача даних тощо. У даній роботі наведено в приклад пошуково-рятувальна робототехнічна система MSRBOOTS, яка використовується для дистанційного зондування навколишнього середовища підземної вугільної шахти, яка включає двох роботів і оперативний блок управління (ОУУ), а всі частини в ній є вибухозахищеними (показані на рисунку 1). Він отримав схвалення для

гірничодобувної продукції, сертифікованої Центром схвалення та сертифікації безпеки гірничодобувної продукції у Китаї. [1]



Рисунок 1 – Пошуково-рятувальна роботизована система, що використовується для дистанційного зондування довкілля підземної вугільної шахти. [1]

MSRBOTS може працювати протягом 8 годин. Він збирає 10 видів екологічної інформації і передає їх в OCU оптоволоконним кабелем (довжиною 1 км). Пошуково-рятувальні роботи в MSRBOTS можуть очищати своїми маніпуляторами деякі перешкоди, такі як троси та сталеві дуги. Загалом кожен шарнір маніпулятора повинен мати двигун для приводу, але кожен двигун повинен мати сталеву вибухозахищену оболонку у вугільній шахті, як маніпулятор робота V-2 [2]. У цій статті буде представлено новий маніпулятор; це маніпулятор з 3 ступенями свободи (включаючи плечовий суглоб, променезап'ястковий суглоб, ножичний суглоб) з функцією вибухозахисту та приведений у дію двома двигунами. [1]

В останні роки деякі експерти та вчені приділяють велику увагу гусеничним мобільним роботам та розробили низку гусеничних мобільних роботів з різною структурою. Через відносні переваги в порівнянні з колісним приводом у характеристиках руху по пересіченій місцевості та можливості подолання перешкод мобільність на гусеничному ході найбільше підходить для мобільних роботів з більш високими вимогами до пристосованості до землі та подолання пересіченої місцевості та перешкод. Оскільки мобільні роботи на гусеничному ході можуть здійснювати рухи, адаптуючись до сільського ландшафту, і оскільки вони можуть підніматися звичайними сходами і деякими наземними перешкодами, вони можуть широко застосовуватися в різних небезпечних ситуаціях і особливих умовах, таких як допомога при стихійних лихах, надзвичайних подіях, військових цілях. [2]

Для забезпечення гнучкості руху мобільний гусеничний робот спроектований так, щоб використовувати режим незалежного приводу з обох сторін. З кожного боку робота серводвигун постійного струму використовується для з'єднання з провідним колесом через уповільнювачі і, таким чином, реалізує рухи вперед, назад і кермо за допомогою

двостороннього узгодження швидкостей провідних коліс. За загальним компонуванням колісної системи провідне колесо розташоване постаментно, а рульове колесо встановлено на верхній передній частині робота і, отже, входить у передній кут наїзду разом із переднім нерухомим колесом. Цей передній кут підходу допомагає роботі долати перешкоди. Крім того, між двома нерухомими колесами встановлено підвісне колесо з еластичним пристроєм, що амортизує, для ущільнення гусениці. Конкретна структура зображена на рисунку 2 .[2]

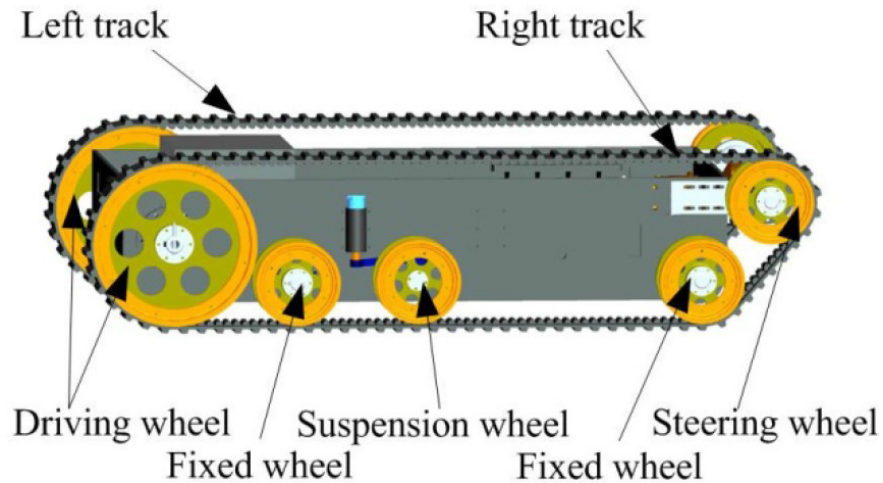


Рисунок 2 – Структура гусеничного мобільного робота [2]

У Німеччині створили команду пошуково-рятувальних роботів, здатних сформувати єдиного більшого робота, коли вони стикаються з певними проблемами. Кожен із трьох знімних модулів робота може функціонувати незалежно, наприклад, досліджувати завали для тих, хто вижив. Однак, якщо об'єднати модулі, вони функціонують як єдиний більший і складніший робот. Модулі мають дві гусениці, схожі на танк, які дозволяють їм підніматися сходами та долати нерівні поверхні. Набір вбудованих датчиків, включаючи камеру, датчик дотику, гіроскоп і модуль GPS, допомагає їм орієнтуватися в навколишньому середовищі та точно визначати своє положення. [3]



Рисунок 3 – Гусенечні роботи, схожі на танк, що дозволяють модулям підніматися сходами та долати нерівні поверхні [3]

Блоки з'єднуються разом за допомогою нового конічного стикувального механізму, розробленого Houxiang Zhang та його колегами з Гамбурзького університету в Німеччині разом із командою з Університету Бейханг у Пекіні, Китай.

Мобільність роботи у випадку пошуково-рятувального мобільного робота залежить від його рухомого вузла. При вивченні динамічних характеристик двигуна на тестовій платформі [4] та дослідження двигуна під час руху роботи[5]. Був виведений очевидний факт: ходовий двигун повинен мати достатню потужність і крутячий момент для підйому по нахилу і нерівним поверхням. Для роботів в цій статті два двигуни використовувалися для маніпулятора, потім два двигуни були прийняті для методу зворотного приводу в рухомому вузлі.

Пошуково-рятувальний робот має два перехідних вузла, які симетрично зібрані з лівої та правої сторони роботи своїми опорними балками. Лівий ходовий вузел складається з опорної балки, керуючого двигуна, ходового двигуна і гусеничного механізму. Балка як з'єднувач організує інші частини в єдине ціле. Відмінність правого рухомого вузла від лівого полягає в тому, що правий використовує силовий двигун замість лівого керуючого двигуна, і вони обслуговують маніпулятор. Приклад такої конструкції можна розглянути на рисунку 4.

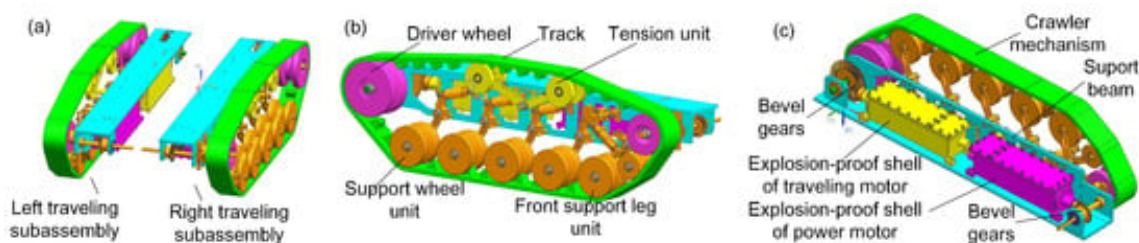


Рисунок 4 – а) показаний лівий і правий рухливі вузли, (б) показаний гусеничний механізм і (с) детально показаний правий рухомий вузел.

На сам перед, як розглянуто у прикладах вище, конструкція гусеничного трака для пошуково-рятувальних роботів є найбільш доцільною. Ряд моделей наведених в статті не є уніфікованим, тому що майже не можливо створити ідеального робота для всіх видів катастроф. На мої думку конструкція має бути опціональною з різними модулями, які обираються залежно від виду надзвичайної ситуації. Така конструкція може з легкістю друкуватися на 3D принтері за для економії коштів. Також корпус такої моделі має змогу підлаштовуватися під різні види надзвичайних ситуацій, завдяки внесенню потрібних коректувань та встановлення потрібних датчиків та іншого. Завдяки щільному розташуванню гусеничного полотна, така конструкція є більш стійкою до зовнішніх уражень. Також така концепція побудову має досить швидку збірку, що є надважливим в критичній ситуації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Jingchao Zhao, Junyao Gao, Fangzhou Zhao, Yi Liu. A Search-and-Rescue Robot System for Remotely Sensing the Underground Coal Mine Environment. MDPI, Sensors 2017, 17(10), 2426; DOI: <https://doi.org/10.3390/s17102426>.
2. Weijun Tao, Yi Ou. Research on Dynamics and Stability in the Stairs-Climbing of a Tracked Mobile Robot. International Journal of Advanced Robotic Systems. DOI: <https://doi.org/10.5772/52850>.
3. Robin R. Murphy, Jeffery Kravitz, Samuel L. Stover, Rahmat Shoureshi. Mobile robots in mine rescue and recovery. IEEE, Pages: 91 – 103, 2009, DOI: 10.1109/MRA.2009.932521.

4. Yu-tan, L.; Hua, Z.; Meng-Gang, L.; Peng, L. A novel explosion-proof walking system: Twin dual-motor drive tracked units for coal mine rescue robots. *J. Cent. South Univ.* 2016, 23, 2570–2577.
5. Tao, W.; Ou, Y.; Feng, H. Research on Dynamics and Stability in the Stairs-climbing of a Tracked Mobile Robot. *Int. J. Adv. Robot. Syst.* 2012, 9, 146.
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. Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Yevsieiev, V., Amer, A., Demska, N., Luhach, A. K., & Lyashenko, V. (2022). Electronic User Authentication Key for Access to HMI/SCADA via Unsecured Internet Networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 5866922. <https://doi.org/10.1155/2022/5866922>
9. 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>
10. Yevsieiev V., Maksymova S., Starodubcev N. Software Implementation Concept Development for the Mobile Robot Control System on ESP-32CAM // *Current issues of science, prospects and challenges: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 2)*, June 10, 2022. Sydney, Australia: European Scientific Platform., 2022. P. 54-56
11. Yevsieiev V. Analysis of Crawler Robots / V. Yevsieiev, S. Shmatko // “Innovations Technologies in Science and Practice” : The VI International Scientific and Practical Conference, February 15-18, 2022. – Haifa, Israel, 2022. – P. 510-514.
12. Yevsieiev V. Development of the Environmental Visualization System Based on ESP32-CAM / V. Yevsieiev, O. Luchaninova // *Theory and Practice of Modern Science : The III International Scientific and Theoretical Conference*, 1 April 2022. – Kraków, Republic of Poland, 2022. – Vol. 1. – P. 79-81.
13. Розробка 3D-моделі зооморфного мобільного робота для вертикальних переміщень по металевим поверхням / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, Н. П. Демська, В. О. Руденко // *Наука і техніка сьогодні*. – 2022. – № 4(4). – С.163-174.
14. 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.
15. Yevsieiev V. Development of Architecture for Mobile Robot Control Based on Raspberry Pi Model 3 B+ / V. Yevsieiev, A. Skripkin // *Scientific Horizon in the Context of Social Crises : The XI International Scientific and Practical Conference*, April 6-8, 2022. – Tokyo, Japan, 2022. – P. 274–277.
16. 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>.