

## РОЗРОБЛЕННЯ ПРОТОТИПУ ЗООМОРФНОГО РОБОТА

**Гурін Д.В., Грижак В.М**

Харківський національний університет радіоелектроніки,

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: dmytro.gurin@nure.ua, valeriii.hryzhak@nure.ua

**Анотація:** представлено етапи розроблення прототипу зооморфного робота, обґрунтовано вибір компонентів, наведена схема підключення та описано систему контролю кроками. Наведені сфери застосування та можливості для модернізації

**Ключові слова:** мобільні роботи, зооморфні роботи, робототехніка.

## THE RELEVANCE OF VIRTUALIZATION OF A FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM IN PRODUCTION

**Gurin D.V., Hryzhak V.M.**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: dmytro.gurin@nure.ua, valeriii.hryzhak@nure.ua

**Abstract:** The stages of development of a prototype of a zoomorphic robot are presented, the choice of components is justified, the connection diagram is given and the control system is described in steps. The areas of application and possibilities for modernization are given..

**Keywords:** mobile robots, zoomorphic robots, robotics.

В даний час різко зростає кількість роботів, розроблених із застосуванням біонічних принципів, в основному тих, які засновані на моделюванні зовнішнього характеру або кінематичних функцій істот, які називаються «зооморфними». Провідні робототехнічні компанії Festo: BionicKangaroo, Bionic Cobot, Bionic ANTs, Smart Bird, Boston Dynamics та їх прототипи Spot Mini та Wild Cat займаються дослідженнями Bionic Cobot та виробляють моделі зооморфних роботів. При проектуванні та виготовленні роботів для виконання робіт в екстремальних умовах велику увагу необхідно приділяти вивченню фізичних 9 прототипів, які характеризуються рухом без суцільного коліи та високою прохідністю в складних дорожніх умовах.

Актуальність біонічних досліджень обумовлена практичної цінністю матеріалів що дозволяють створювати роботів із збереженням динамічних характеристик руху, близьких до реалістичних прототипів реальних об'єктів. Ефективна конструкція роботів, які можуть імітувати конкретних істот, вимагає достатніх знань про структуру скелета та м'язову систему істот. Практична користь від такого досвіду дозволяє досягти плавних пластичних рухів, що мінімізують пов'язані з цим шуми та можливість розвивати необхідну швидкість.

На рисунку 1 наведено структурну схему зооморфного робота, призначеного для відтворення керованих рухів кінцівок та інших механічних елементів, що імітують поведінку живого організму. Система побудована за модульним принципом та складається з пристрою керування, виконавчих пристроїв, допоміжних модулів і джерела живлення.

Центральним елементом системи є пристрій керування, до складу якого входять плата управління та програмно реалізований алгоритм керування сервродвигунами. Плата управління забезпечує обробку команд оператора, виконання алгоритмів координації рухів та формування керуючих сигналів для виконавчих механізмів зооморфного робота. Алгоритм керування визначає послідовність та синхронізацію рухів сервоприводів, що забезпечує відтворення ходи, положення корпусу та інших динамічних режимів роботи робота.

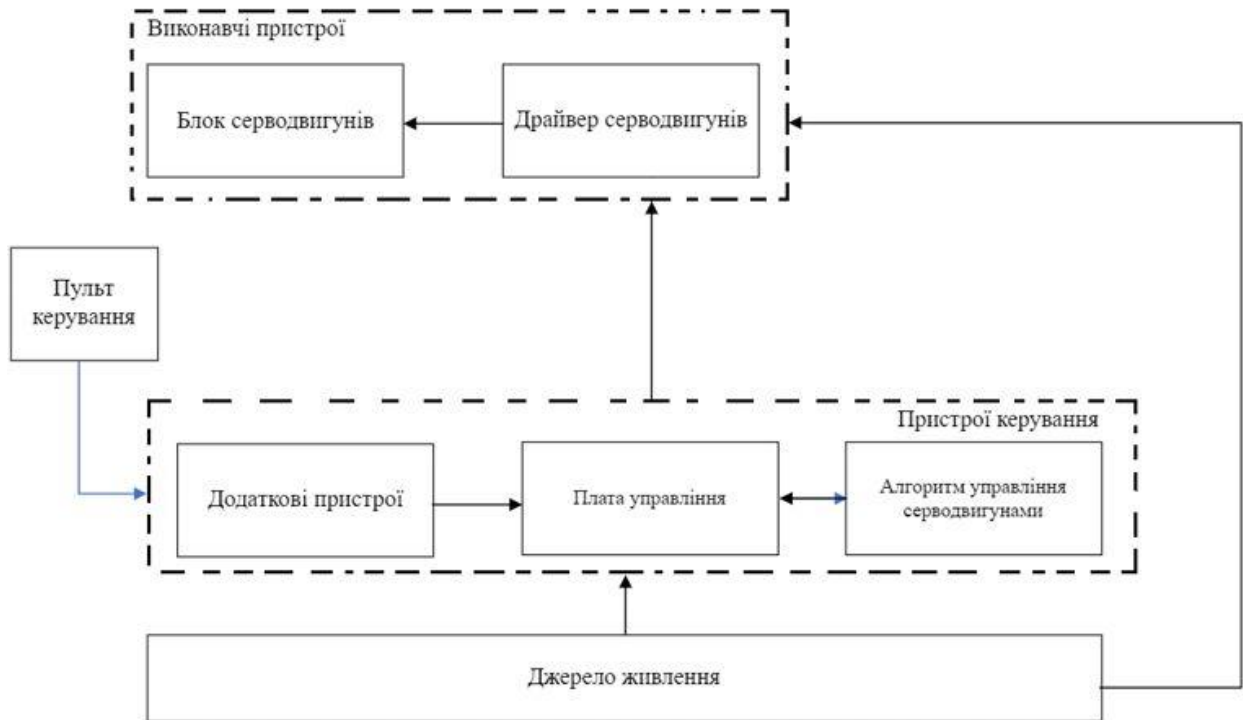


Рисунок 1 – Структурна схема зооморфного робота

Ввід керуючих команд здійснюється за допомогою пульта керування, який дозволяє оператору задавати режими руху, напрямок переміщення та окремі маніпуляції зооморфного робота. Для розширення функціональних можливостей до плати управління можуть бути підключені додаткові пристрої, зокрема датчики положення, інерційні модулі, сенсори перешкод або комунікаційні інтерфейси.

Керуючі сигнали з плати управління передаються до драйвера серводвигунів, який здійснює узгодження сигналів керування та формує необхідні електричні параметри для роботи сервоприводів. Блок серводвигунів є виконавчою частиною системи та забезпечує механічний рух кінцівок і суглобів зооморфного робота відповідно до заданих алгоритмів.

Живлення всіх компонентів системи забезпечується джерелом живлення, яке подає стабілізовані напруги на плату управління, драйвери та виконавчі механізми, забезпечуючи надійну та безперервну роботу зооморфного робота в різних режимах експлуатації.

Для розробки прототипу зооморфного робота необхідні елементи такі як, плата керування, серводвигуни, драйвера серводвигунів, інфрачервоний приймач, пульт керування, джерело живлення. Необхідні компоненти для розробки зооморфного робота представлено у таблиці 1.

Подані елементи формують систему керування, виконавчі механізми, сенсорну підсистему та систему живлення робота. Зазначений набір компонентів забезпечує реалізацію керованих рухів, орієнтацію в просторі, взаємодію з оточенням та стабільну роботу зооморфного робота в різних режимах експлуатації.

Таблиця 1 – Компоненти зооморфного робота

Назва	Кількість
Конденсатор 1600uF 10v	1
Рса 9685 servo driver	1
Акумулятор 18650	3
Датчик ультразвуку hc-sr04	1
Акселерометр mpu 6050	1
Серводвигун SG90	11
Arduino pro mini	1
FTDI mini usb conveter	1
Інфрачервоний приймач VS1838B	1
Резистор 500 кОм	2
Активний зумер	1

Схема підключення елементів наведених у таблиці 1 представлена на рисунку 2.

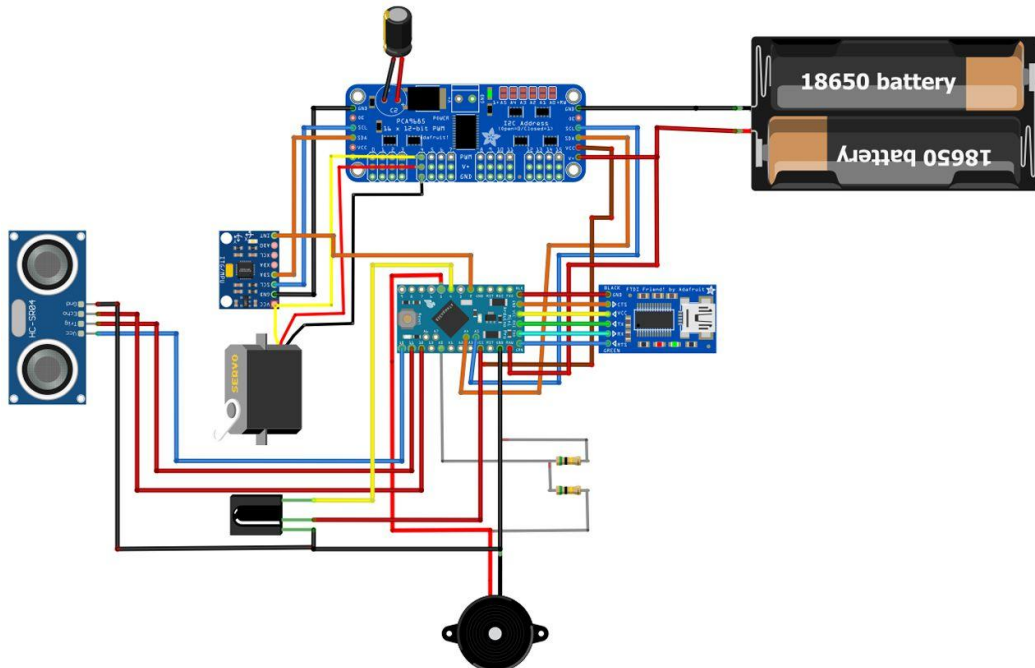


Рисунок 2 – Схема підключення електричних компонентів

Як видно з рисунку 2 розроблена схема відповідає структурній схемі зооморфного робота. Слід зазначити що у роботі використовується одинадцять серводвигунів, які підключаються до драйверу серводвигунів; на рисунку було представлено тільки один серводвигун, для спрощення схеми, але підключення інших відбувається так само, як і для нього. Також використовується батарейний відсік на 3 акумулятора це обумовлено технічними можливостями платформи за допомогою якою розроблена схема підключення.

Узагальнена схема контролю кроків представлена на рисунку 3.

Запропонована схема відображає загальний принцип контролю кроками зооморфного мобільного робота та описує послідовність обробки керуючих сигналів від моменту формування команди руху до реалізації механічного переміщення кінцівок. Керування роботом може здійснюватися як у ручному режимі за допомогою пульта керування, так і в автономному режимі, що дозволяє адаптувати систему до різних умов експлуатації.

Команди руху, такі як рух уперед, зупинка або поворот, надходять до модуля формування команд, після чого передаються до алгоритму генерації ходи.

На наступному етапі здійснюється планування положення кінцівок, яке включає розрахунок траєкторій руху лап, визначення фаз опори та перенесення. Отримані траєкторії використовуються для формування керуючих сигналів сервоприводів, що відповідають за переміщення суглобів кінцівок.

Завдяки використанню замкнутого контуру керування система забезпечує стабільну, плавну та адаптивну ходу зооморфного робота. Запропонований підхід дозволяє реалізувати природні рухи, характерні для біологічних прототипів, а також створює передумови для подальшого розширення функціональних можливостей системи керування.



Рисунок 3 – Узагальнена схема контролю кроків

**ВИСНОВКИ.** Розроблений прототип представляє собою платформу яку можна налаштувати та модифікувати під різні завдання, наприклад, розвідка, патрулювання території (як оселя так і промисловий комплекс) це можливо завдяки конструкції робота, яка має високу прохідність. Також робот може використовуватися розвідник у важко прохідних місцях, або робо няня для дітей. Робот, при належних модифікаціях, може використовуватися у агресивних середовищах. Одним із головних плюсів розробленого прототипу є низька собівартість та високий потенціал. Завдяки, початковому коду, робота можна запрограмувати в залежності від його майбутніх завдань. Також при належних модифікаціях можна змінити тип керування роботом, це може бути як і через web додаток так і повна автономність. В подальшому планується модифікація прототипу шляхом додавання відеопотоку та розпізнавання об'єктів за допомогою нейронної мережі, що може дозволити використовувати прототип у одному робочу просторі з людиною та його можна буде класифікувати як колаборативного робота, що тільки підтверджує актуальність розробки прототипу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Невлюдов І. Ш. Технічне та програмне забезпечення розробки малогабаритного мобільного робота : монографія / І. Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв, Д. В. Гурін // Кривий Ріг: Криворізький фаховий коледж Державного некомерційного підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут», 2025. – 355 с. - DOI : <https://doi.org/10.30837/978-617-8332-74-7..>
2. Yevsieiev, V., & Gurin, D. (2023). COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BASIC METHODS USED IN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0. *Collection of Scientific Papers «ЛОГОΣ»*, (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113–115. <https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31>
3. Yevsieiev, V., & Gurin, D. (2024). Study of Methods of Dynamic Description of The Environment for Collaborative Robots-Manipulators in the Concepts of Industry 5.0 (Doctoral dissertation, Collection of scientific papers «SCIENTIA»).
4. Yevsieiev, V. Comparative Analysis of the Characteristics of Mobile Robots and Collaboration Robots Within INDUSTRY 5.0. / V. Yevsieiev, D. Gurin // Sectoral research XXI : characteristics and features : collection of scientific papers "SCIENTIA" with proceedings of the VI International Scientific and Theoretical Conference, September 8, 2023. - Chicago : European Scientific Platform, 2023. - P. 92-94.
5. 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>.
6. Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906
7. Невлюдов, І., Євсєєв, В., Максимова, С., & Артюх, Р. (2025). Математична модель адаптивного ієрархічного високорівневого керування триланкового колаборативного робота-маніпулятора. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*, (2 (32)), 58-68.
8. Yevsieiev V. Simulation of the operation of the sensor system of a mobile robot in the Autodesk tinkercad environment / V. Yevsieiev, S. Starikova // Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації-2023 : матеріали III Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 28-29 жовтня 2023 р. - Одеса : ОНТУ, 2023 . – С. 21-23.