

АНАЛІЗ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНОЮ РОБОТОТЕХНІЧНОЮ ТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

О. М. Клименко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: kan@kapelou.com.ua

Анотація: Дане дослідження присвячено аналізу методів управління автономною робототехнічною транспортною системою фармацевтичного виробництва. Розглянуті методи, які включають програмне керування, системи автоматичної навігації, системи управління відстанню та уникнення перешкод, системи моніторингу та діагностики, а також системи управління енергоефективністю. Проведений аналіз дозволив визначити переваги та недоліки кожного методу з метою вдосконалення логістики фармацевтичного виробництва через впровадження автономних роботів.

Ключові слова: Автономна робототехнічна система, управління, закони, фармацевтичне виробництво, транспортна система.

ANALYSIS OF CONTROL METHODS FOR AN AUTONOMOUS ROBOTIC TRANSPORT SYSTEM FOR PHARMACEUTICAL PRODUCTION

Oleksandr Klymenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

14, Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine

E-mail: kan@kapelou.com.ua

Abstract: This study is devoted to the analysis of the management methods of the autonomous robotic transport system of pharmaceutical production. Methods considered include software control, automatic navigation systems, distance control and obstacle avoidance systems, monitoring and diagnostic systems, and energy efficiency management systems. The analysis made it possible to determine the advantages and disadvantages of each method in order to improve the logistics of pharmaceutical production through the introduction of autonomous robots.

Key words: Autonomous robotic system, control, laws, pharmaceutical production, transportation system.

Актуальність дослідження методів керування автономною робототехнічною транспортною системою фармацевтичного виробництва визначається нагальністю проблеми оптимізації логістичних процесів у фармацевтичній промисловості. Зростання попиту на фармацевтичну продукцію та необхідність забезпечення високої якості та безпеки ліків вимагають пошуку ефективних рішень у використанні автоматизованих систем. Розвиток технологій у сфері мобільних роботів, штучного інтелекту та інтернету речей відкриває нові можливості для вдосконалення логістики фармацевтичного виробництва через впровадження автономних роботів. Проте ефективне керування такими системами потребує подальших досліджень та розробок, особливо у контексті вимог до безперебійності постачання лікарських засобів та високих стандартів управління якістю.

Існує декілька методів керування автономною робототехнічною транспортною системою фармацевтичного виробництва, які включають в себе такі підходи. Програмне керування: робототехнічна транспортна система може бути програмована заздалегідь для виконання конкретних завдань та маршрутів виробничого процесу. Особливості цього методу полягають у можливості точного налаштування рухів та дій робота, але він може бути обмежений в умовах змінюваного середовища. Системи автоматичної навігації: використання систем навігації, таких як GPS або візуальне сприйняття, дозволяє роботам автоматично визначати своє місцезнаходження та намічати оптимальний маршрут до цілі. Цей метод особливо

корисний у великих виробничих приміщеннях або на відкритих територіях. Системи управління відстанню і уникнення перешкод: ці системи дозволяють роботам уникати зіткнень з іншими об'єктами та регулювати свою швидкість в залежності від відстані до перешкод. Це дозволяє забезпечити безпеку переміщення роботів у виробничому середовищі. Системи моніторингу та діагностики: для ефективного управління автономною транспортною системою важливо мати систему моніторингу та діагностики, що дозволяє вчасно виявляти та вирішувати проблеми, що виникають у робототехнічних системах. Системи управління енергоефективністю: для підвищення енергоефективності та тривалості роботи автономних робототехнічних систем використовуються спеціальні алгоритми управління енергопотокami та оптимізації використання енергії. Ці методи дозволяють підвищити ефективність та безпеку виробничого процесу у фармацевтичному виробництві за рахунок автоматизації та оптимізації логістичних процесів.

В таблиці 1 приведено порівняння переваг та недоліків кожного з методів управління автономною робототехнічною транспортною системою фармацевтичного виробництва.

Метод управління	Переваги	Недоліки
Програмне керування	Можливість точного налаштування рухів та дій робота	Обмеженість у умовах змінюваного середовища
Системи автоматичного навігації	Автоматичне визначення місцезнаходження та намічання оптимального маршруту	Залежність від доступності супутникового сигналу (у випадку GPS)
Системи управління відстанню та уникнення перешкод	Уникнення зіткнень з іншими об'єктами та регулювання швидкості в залежності від відстані	Потреба в складних датчиках та обчислювальних ресурсах
Системи моніторингу та діагностики	Своєчасне виявлення та вирішення проблем у робототехнічних системах	Потреба в додатковому обладнанні та програмному забезпеченні
Системи управління енергоефективністю	Підвищення енергоефективності та тривалості роботи автономних робототехнічних систем	Складність в реалізації та налаштуванні алгоритмів управління енергопотокami та оптимізації використання енергії

Висновки. За допомогою порівняльної таблиці стало зрозуміло, що кожен метод управління автономною робототехнічною транспортною системою має свої переваги та недоліки:

- програмне керування дозволяє точно налаштувати рухи та дії робота, але може бути обмеженим у змінюваних умовах;

Вибір конкретного методу повинен залежати від конкретних умов та вимог виробництва фармацевтичних виробів. Комбінування різних методів може бути найбільш оптимальним рішенням для досягнення високої ефективності та безпеки виробничого процесу.

References:

1. Sailor, M. J. (2023). The Three Laws of Nano-Robotics. *ACS sensors*, 8(5), 1868-1870. <https://doi.org/10.1021/acssensors.3c00920>
2. Conveyor Belt Object Identification: Mathematical, Algorithmic, and Software Support / V. V. Yevsieiev, I. S. Nevliudov, S. S. Maksymova, M. A. O. Omarov, O. M. Klymenkoю // *Appl. Math. Inf. Sci.* 17, No. 6. - P. 1073-1088.
3. 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>.
4. 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>.
5. Lyashenko, V., Abu-Jassar, A.T., Yevsieiev, V., Maksymova, S. Automated Monitoring and Visualization System in Production, *Int. Res. J. Multidiscip. Technovation*, 5(6) 2023 09-18. <https://doi.org/10.54392/irjmt2362>
6. Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542
7. 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>.
8. Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / I. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.
9. Vladyslav Yevsieiev, Svitlana Maksymova, & Amer Abu-J. (2024). THE CANNY ALGORITHM IMPLEMENTATION FOR OBTAINING THE OBJECT CONTOUR IN A MOBILE ROBOT'S WORKSPACE IN REAL TIME. *Journal of Universal Science Research*, 2(3), 7–19.
10. Vladyslav Yevsieiev, Svitlana Maksymova, & Nataliia Demska. (2024). Using Contouring Algorithms to Select Objects in the Robots' Workspace. *TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN*, 2(2), 32–42.
11. Svitlana Maksymova, & Vladyslav Yevsieiev. (2024). Coin Counting Device Kinematic Diagram Development. *Journal of Universal Science Research*, 2(1), 159–168.
12. Svitlana Maksymova, Vladyslav Yevsieiev, & Amer Abu-Jassar. (2024). The Bipedal Robot a Kinematic Diagram Development. *Journal of Universal Science Research*, 2(1), 6–17.
13. Svitlana Maksymova, Vladyslav Yevsieiev, & Ahmad Alkhalaileh. (2024). The Monitoring System Architecture Development. *Journal of Universal Science Research*, 2(1), 69–79. Retrieved
14. Al-Sharo Y., Abu-Jassar A., Lyashenko V., Yevsieiev V., Maksymova S. A Robo-hand prototype design gripping device within the framework of sustainable development. *Indian Journal of Engineering*, 2023, 20, e37ije1673.
15. Yevsieiev V. Some aspects of the development of the BEAM robot control scheme / V. Yevsieiev // In IV International Scientific and Theoretical Conference, Singapore, Republic of Singapore. - P. 79-81.
16. Vladyslav Nikitin, Svitlana Maksymova, & Vladyslav Yevsieiev. (2023). TRAFFIC SIGNS RECOGNITION SYSTEM DEVELOPMENT . *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 3(3), 235–242. Retrieved from <https://mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/225>