

MANAGEMENT OF GARBAGE TRUCK WORKING BODIES BASED ON SOFTWARE

Vinnitsia National Technical University

Анотація

У тезах розглядається програмне забезпечення (ПЗ) для управління робочими органами сміттєвозів як важливий елемент сучасних автоматизованих систем комунальної техніки. Описано призначення, структуру та принципи роботи ПЗ, що забезпечує керування гідравлічними та механічними вузлами сміттєвозів. Особливу увагу приділено використанню датчиків, мікроконтролерів і алгоритмів керування для підвищення ефективності, безпеки та надійності процесу збирання твердих побутових відходів. Показано, що впровадження програмного управління дозволяє оптимізувати робочі цикли, зменшити вплив людського фактора та підвищити продуктивність техніки.

Ключові слова: сміттєвоз, робочі органи, програмне забезпечення, автоматизоване управління, гідравлічні системи, датчики, мікроконтролер, телеметрія, ефективність, безпека.

Abstract

The thesis examines software for controlling the working units of garbage trucks as an important component of modern automated municipal vehicle systems. The purpose, structure, and operating principles of the software that ensures control of hydraulic and mechanical assemblies of garbage trucks are described. Particular attention is paid to the use of sensors, microcontrollers, and control algorithms to increase the efficiency, safety, and reliability of the solid waste collection process. It is shown that the implementation of software-based control makes it possible to optimize operating cycles, reduce the influence of the human factor, and increase the overall productivity of the equipment.

Keywords: garbage truck, working units, software, automated control, hydraulic systems, sensors, microcontroller, telemetry, efficiency, safety.

Introduction

In modern conditions of urban development and the growth of solid waste volumes, increasing the efficiency and safety of municipal equipment is of particular importance. Garbage trucks are one of the key elements of the waste management system, since they ensure regular and uninterrupted collection and transportation of garbage [1-5]. The productivity of municipal services, resource consumption and the level of personnel safety directly depend on the reliability and speed of their working bodies. Traditional garbage truck control systems largely depend on the actions of the operator, which increases the likelihood of errors, emergencies and irrational use of equipment. In this regard, the implementation of software for automated control of garbage truck working bodies is relevant [6-8], which allows you to implement complex control algorithms, monitor the state of hydraulic and mechanical systems and ensure integration with modern information and telemetry platforms. The purpose of this thesis is to analyze the role and functions of software in the control systems of garbage trucks' working bodies, as well as to substantiate its importance for increasing the efficiency, safety, and reliability of municipal equipment.

Research results

Modern garbage trucks are complex technical systems that combine mechanical, hydraulic and electronic components. The main working elements of a garbage truck include container lifting mechanisms, pressing plates, pushers, hatches, as well as auxiliary hydraulic drives [9-12]. The efficiency, reliability and safety of these mechanisms are largely determined by the quality of the control system and the degree of its automation [13].

The software for controlling the working elements of garbage trucks performs the functions of coordinating the actions of all actuators in accordance with the specified algorithms. The basis of such

systems are built-in controllers or industrial microprocessor modules that provide signal processing from position, pressure, speed and load sensors [14]. The information obtained is used to generate control signals that are fed to electro-hydraulic valves [15, 16] and actuators.

An important function of the software is the implementation of the logic of the automated work cycle of the garbage truck [17-20]. A typical cycle includes approaching the container, grabbing it, lifting it, tipping it over, pressing the waste and returning the mechanisms to their original position. Thanks to the use of software control, these operations can be performed in semi-automatic or fully automatic mode, which allows reducing the physical load on the operator, increasing the repeatability of operations and reducing the time for servicing one container.

Special attention in the software is paid to operational safety issues [21]. The control system implements protective algorithms that prevent the occurrence of emergency situations, in particular, exceeding the permissible pressure in the hydraulic system, incorrect position of the container or unauthorized start of working bodies [22-26]. Such approaches meet the requirements of international standards for the functional safety of vehicles and machines [27].

In the event of malfunctions or emergency modes, the software is able to automatically stop the operation of the working elements, record the error code and inform the operator using light or text messages on the control panel. This reduces the risk of equipment damage and increases the safety of the operating personnel.

Modern garbage truck control systems are increasingly integrated with telemetry and information platforms. This provides remote monitoring of the technical condition of the machine in real time, collection of statistical data on the number of work cycles, duration of operations, fuel consumption and degree of equipment wear [28-33]. Such data can be used to optimize routes, plan maintenance and increase the overall efficiency of the municipal equipment fleet [34].

A separate role in the control system is played by the human-machine interface. The use of modern control panels, touch displays and status indicators implemented using software provides intuitive and convenient control of the garbage truck. This reduces the likelihood of operator errors, reduces personnel training time and increases the overall level of operational safety.

Thus, the software for controlling the working bodies of garbage trucks is an integral part of modern municipal vehicles, combining automation, safety and efficiency within a single integrated control system.

Further development of the software for controlling the working bodies of garbage trucks is associated with increasing the level of automation and intellectualization of control systems. Modern software complexes are increasingly implemented on the basis of a hierarchical structure, where the lower level is responsible for direct control of the executive mechanisms, the middle level is responsible for coordinating work cycles, and the upper level is responsible for data processing, diagnostics and interaction with the operator and external information systems. This approach provides high flexibility, scalability and reliability of the control system.

At the lower level of the software, control algorithms for electro-hydraulic drives are implemented. They include regulating the speed of movement of the working bodies, controlling the smoothness of starting and stopping mechanisms, as well as synchronizing the operation of several executive devices. The use of digital control methods allows to achieve stable operation of the hydraulic system even under variable external conditions, such as ambient temperature or changes in the viscosity of the working fluid.

The middle level of software is responsible for the formation and execution of logical sequences of operations. It is at this level that the garbage truck operation scenarios are implemented depending on the operating mode: manual, semi-automatic or automatic. Software algorithms ensure coordinated operation of the container lifting mechanism and the pressing device, preventing conflicting actions and dangerous operating modes. In addition, the system can adapt the duration and parameters of individual operations depending on the actual loading of the body.

The upper level of the software is focused on monitoring, analysis and optimization of the operation of the garbage truck as a whole. Here, telemetric data is collected and processed, event and emergency logs are generated, and statistical information about the machine's operational parameters is stored. Thanks to this, the management of municipal services is able to analyze the efficiency of equipment use and make informed management decisions.

A significant role in the software is played by algorithms for self-diagnosis and system health control. Software modules constantly analyze signals from sensors and compare them with permissible values set in the database. If deviations are detected, the system automatically switches to safe mode or limits the operation of individual mechanisms. This approach prevents the development of malfunctions and reduces the likelihood of emergency failures during operation.

A promising direction is the introduction of machine learning elements into the garbage truck management software. Based on the analysis of large volumes of operational data, the system can determine characteristic signs of mechanism wear or predict the likelihood of failures. This creates conditions for the transition from planned and preventive maintenance to intelligent technical service focused on the real state of the equipment.

An important component of the software is the subsystem of interaction with the operator. The human-machine interface must provide quick receipt of information about the state of the working parts, operating modes and possible malfunctions. Modern software solutions use graphical interfaces with visualization of processes in real time, which greatly facilitates the control of the garbage truck's operation. In addition, the software can provide the operator with tips or recommendations on the optimal performance of work operations.

It is worth noting the role of the software in ensuring that garbage trucks comply with regulatory and environmental requirements. Automated control of the operating parameters of hydraulic systems, noise levels and energy consumption allows you to comply with established standards and reduce the negative impact on the environment. This is especially relevant for the operation of municipal equipment in dense urban areas.

In general, it can be stated that the software for controlling the working bodies of garbage trucks is a complex multi-level system that combines the functions of control, monitoring, diagnostics and analysis. Its further development is aimed at increasing the level of automation, implementing intelligent algorithms and expanding the possibilities of integration with municipal information systems.

An additional direction in the development of the software for controlling the working bodies of garbage trucks is to increase its reliability and fault tolerance. For this purpose, modern systems use mechanisms for backing up critical software modules, controlling data integrity and checking the correctness of algorithm execution in real time. In the event of failures, the software is able to automatically switch to a degraded but safe operating mode, providing the minimum necessary functionality to complete the current work cycle without creating dangerous situations.

An important component of the software is the support of standardized data exchange protocols between electronic control units of the garbage truck. The use of industrial buses and communication protocols ensures reliable information transfer between sensors, controllers and actuators, and also simplifies the integration of additional modules and subsystems. This allows you to expand the functionality of the control system without significantly complicating its architecture and reduces the cost of equipment modernization. In addition, the software for controlling the working bodies of garbage trucks plays an important role in the training and education of personnel. Due to the possibility of implementing simulation and testing modes, operators can practice control skills without using real equipment, which reduces the risk of errors during operation. This approach contributes to improving the qualifications of personnel, reducing the adaptation period of new operators and generally increasing the level of safety of municipal services.

Conclusions

Software for managing the working bodies of garbage trucks plays a key role in increasing the productivity and reliability of municipal equipment. Its use allows you to automate the main work processes, reduce the impact of the human factor and ensure a high level of operational safety. Integration of software with sensors, hydraulic systems and telemetry creates the prerequisites for the further development of intelligent control systems. In the future, improving such software solutions will contribute to increasing the efficiency of waste collection and reducing operating costs.

References

1. Березюк О. В. Дослідження динаміки гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвозів / О. В. Березюк // *Машинознавство*. – 2008. – № 10 (136). – С. 25-28.
2. Савицький М. В. Педагогічні студії з підготовки будівельно-архітектурних фахівців: дидактичний та виховний аспекти / М. В. Савицький та ін. – Дніпро : ПДАБА, 2022. – 483 р.
3. Березюк О. В. Планування багатфакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів / О. В. Березюк // *Вібрації в техніці та технологіях*. – 2009. – № 3 (55). – С. 92-97.
4. Azarenkov V. Modern teaching methods in pedagogy and philology / V. Azarenkov et al. – Primedia eLaunch, 2023. – 580 p.
5. Березюк О. В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози / О. В. Березюк // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2009. – № 4. – С. 81-86.
6. Козлов Л. Г. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора [Електронний ресурс] / Л. Г. Козлов, С. В. Репінський, О. В. Паславська, О. В. Піонткевич // *Наукові праці ВНТУ*. – 2017. – № 2. – Режим доступу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/507/502>.
7. Піонткевич О. В. Підвищення ефективності багаторежимного гідроприводу фронтального навантажувача. дис. канд. техн. наук : 05.02.02 / О. В. Піонткевич. – Київ, НТТУ «КПІ», 2019. – 249 с.

8. Березюк О. В. Дослідження кінематики пристрою для сортування твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". – 2010. – № 65. – С. 49-55.
9. Піонткевич О. В. Вплив параметрів системи керування гідроприводом мобільної робочої машини на динамічні характеристики / О. В. Піонткевич // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 68-76.
10. Коц І. В. Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів / І. В. Коц, О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 5. – С. 146-149.
11. Поліщук Л. К. Аналіз впливу параметрів системи керування на динамічні процеси гідропривода стрічкового конвеєра / Л. К. Поліщук, О. В. Піонткевич, О. О. Коваль // Промислова гідраліка і пневматика. – 2016. – № 2(52). – С. 37-47.
12. Лозінський Д. О. Оптимізація електрогідралічного розподільника з незалежним керуванням потоків / Д. О. Лозінський, Л. Г. Козлов, О. В. Піонткевич, О. І. Кавецький // Вісник машинобудування та транспорту. – 2023. – № 1. – С. 87-91.
13. Кваско М. З., Піргач М. С., Жураковський Я. Ю. Автоматизація виробничих процесів–2. Автоматизовані системи управління технологічними процесами. DSpace: ELAKPI: Репозитарій КПП ім. Ігоря Сікорського. URL: <https://ela.kpi.ua/items/8e70859a-f766-4e43-adde-0dc3d34555fe> (дата звернення: 29.12.2025).
14. Карташов В. В. ELARTU – Інституційний репозитарій ТНТУ імені Івана Пулюя: Домівка. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21966/1/Metodychka-Kartashov_V_V_2017.pdf (дата звернення: 29.12.2025).
15. Піонткевич О. В. Розрахунок гідродинамічної сили на золотнику врівноважувального клапана на основі імітаційного моделювання течії робочої рідини в його каналах / О. В. Піонткевич, Л. Г. Козлов, О. В. Березюк, О. В. Сердюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2024. – № 5. – С. 77-83.
16. Козлов Л. Г. Дослідження статичних і динамічних характеристик систем керування гідроапаратами на основі пропорційних електромагнітів / Л. Г. Козлов, В. А. Ковальчук, О. В. Піонткевич, М. П. Коріненко // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2014. – № 3. – URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/download/416/414>
17. Березюк О. В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози / О. В. Березюк // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2009. – № 33. – С. 403-406.
18. Kozlov L. The experimental stand for determining the characteristics of the hydraulic drive control system with the multifunctional counterbalance valve / L. Kozlov, O. Piontkevych, N. Semichasnova, D. D. Ubidia Rodrigues // Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Гідро- та пневмоприводи машин». – ВНТУ, 2016. – С. 119-120.
19. Березюк О. В. Визначення параметрів впливу на частку диференційовано зібраних твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 5. – С. 154-156.
20. Petrov O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling / O. Petrov, L. Kozlov, D. Lozinskiy, O. Piontkevych // Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII. – 2019. – P. 653-660.
21. ISO 13849-1:2023. Безпека машин – Частина систем керування, пов'язані з безпекою Частина 1: Загальні принципи проектування. ISO. URL: <https://www.iso.org/standard/73481.html#lifecycle> (дата звернення: 29.12.2025).
22. Козлов Л. Г. Вплив параметрів системи керування на стійкість гідропривода інваріантного до знакозмінного навантаження / Л. Г. Козлов, І. В. Бойко, О. В. Піонткевич // Наукові нотатки. – 2013. – № 40. – С. 118–123.
23. Піонткевич О. В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном / О. В. Піонткевич // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 2. – С. 83–90.
24. Wójcik W. Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics and Control / W. Wójcik et al. – London, New York : Taylor & Francis Group, 2021. – 306 p.
25. Kazachiner O. Theoretical and scientific foundations of pedagogy and education / O. Kazachiner, Y. Boychuk. – International Science Group, 2022. – 476 p.
26. Березюк О. В. Оптимізація завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози / О. В. Березюк // Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: від теорії до практики: колективна монографія: у 2 т. – Павлоград: АРТ Синтез-Т. – 2014. – Т. 2. – С. 75–83.
27. VitalSource. Intelligent Transportation Systems. VitalSource. URL: <https://www.vitalsource.com/products/intelligent-transportation-systems-muhammad-alam-v9783319281834> (date of access: 29.12.2025).
28. Березюк О. В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 3. – С. 93–98.
29. Kazachiner O. Theoretical foundations of pedagogy and education / O. Kazachiner, Y. Boychuk, A. Halii. – International Science Group, 2022. – 602 p.
30. Bereziuk O. V. Analytical study of a hydraulic drive model for a municipal waste container overturning mechanism in a garbage truck considering the wear of friction pairs / O. V. Bereziuk, V. I. Savulyak, V. O. Kharzhevskiy, S. Cv. Ivanov, V. Ye. Yavorskiy // Problems of Tribology. – 2025. – No. 30(3/117). – P. 30–40.
31. Rusnak I. Conceptual options for the development and improvement of medical science and psychology / I. Rusnak et al. – International Science Group, 2023. – 117 p.
32. Березюк О. В. Удосконалена математична модель роботи гідроприводу механізму завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз із урахуванням зносу пар тертя / О. В. Березюк, В. Є. Яворський // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2025. – No. 1. – С. 154–164.
33. Khrebtii H. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology / H. Khrebtii et al. – Primedia eLaunch, 2023. – 305 p.
34. Industrial Application – STMicroelectronics. STMicroelectronics. URL: <https://www.st.com/en/applications/industrial.html> (date of access: 29.12.2025).

Василинич Марія Володимирівна – студентка групи ПЗТ-246, Факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com

Науковий керівник: **Березюк Олег Володимирович** – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua

Vasylynch Mariia V. – student of group PZT-24b, Department of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com

Supervisor: **Bereziuk Oleh V.** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua