

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-53-38>

УДК 004.92

Черняшук Наталія Леонідівна, д.пед.н., професор

<https://orcid.org/0000-0002-3178-8377>

Луцюк Артем Юрійович, магістрант

Семененко Андрій Борисович, магістрант

Міщенко Тарас Юрійович, магістрант

Ніколаєва Валентина Олександрівна, магістрант

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

ТОПОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Черняшук Н.Л., Луцюк А.Ю., Семененко А.Б., Міщенко Т.Ю., Ніколаєва В.О. **Топологічна оптимізація комп'ютерних мереж роботизованих систем.** У роботі досліджено вплив структури на ефективність централізованих тривірневих комп'ютерних мереж робототехнічних систем. Проведено аналіз існуючих методів топологічної оптимізації мереж. Проведено модифікацію методу структурно-топологічної оптимізації комп'ютерних мереж роботизованих систем на основі k-means кластеризації; алгоритми та програмне забезпечення для розв'язування задач оптимізації комп'ютерних мереж модифікованим методом на основі кластеризації k-середніх та інтерактивним методом.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, оптимізація, проектування, роботизована система, структура, топологія.

Chernyashchuk N., Lutsyuk A., Semenenko A., Mishchenko T., Nikolaeva V. **Topological optimization of computer networks of robotic systems.** The work examines the influence of structure on the efficiency of centralized three-level computer networks of robotic systems. An analysis of existing methods for topological optimization of networks was carried out. A modification of the method of structural-topological optimization of computer networks of robotic systems based on k-means clustering was carried out; algorithms and software for solving computer network optimization problems using a modified method based on k-means clustering and an interactive method.

Keywords: computer network, optimization, design, robotic system, structure, topology.

Постановка наукової проблеми. Аналіз методів оптимізації мереж роботизованих систем є важливим завданням для забезпечення найвищої ефективності. Ось деякі методи та підходи, які можуть бути використані для оптимізації мереж роботизованих систем:

Оптимізація починається з вибору правильної топології мережі. Для деяких застосувань, таких як системи реального часу, може бути доцільним використання топології типу "зірка", яка забезпечує низьку затримку та високу надійність. У інших випадках можуть бути вигідні більш складні топології, такі як "меш" або "кільце", які дозволяють побудувати більш масштабовану мережу. SDN дозволяє централізовано керувати мережею і розподіляти ресурси за потребою. Це дозволяє ефективно використовувати пропускну здатність мережі та простіше налаштувати мережеве обладнання. Віртуалізація дозволяє створити віртуальні мережі на базі одного апаратного обладнання. Це спрощує розгортання та масштабування мережі. Встановлення правильних параметрів QoS допомагає гарантувати надійність та якість обслуговування для різних типів трафіку, особливо в мережах, де присутні важливі реального часу додатки [1; 2].

Забезпечення безпеки мережі важливо, оскільки роботизовані системи можуть бути підвернуті різним видам кіберзагроз, включаючи атаки на доступ та атаки на дані. Використання захисних механізмів, таких як фаєрволи, інтрузійна детекція та інші, є критичним. Регулярний моніторинг мережі допомагає вчасно виявляти проблеми та оптимізувати її функціонування. Аналіз даних з мережі допомагає виявити шляхи для покращення її продуктивності. Для роботизованих систем важливо, щоб різні компоненти мережі могли взаємодіяти один з одним. Стандартизація і застосування відкритих стандартів допомагають забезпечити інтероперабельність.

Розвиток роботизованих систем може вимагати масштабування мережі. Правильне проектування та архітектура мережі повинні бути готові до зростання кількості пристроїв та об'єму трафіку. Ефективне використання ресурсів мережі і зменшення витрат є важливими аспектами оптимізації. Розробка та впровадження зелених технологій та методів для зменшення впливу мережі на навколишнє середовище також є актуальною темою для оптимізації мереж роботизованих систем.

Аналіз досліджень. Аналіз та впровадження цих методів допомагає покращити продуктивність та надійність мереж роботизованих систем, що є критичним для їх успішної роботи в різних сферах, включаючи виробництво, медицину, транспорт та багато інших.



Рис. 1. Модель «підкови» [7]

Мета роботи. Дослідження методів структурно-топологічної оптимізації комп'ютерних мереж роботизованих систем.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Аналіз методів оптимізації мереж роботизованих систем важливий для забезпечення їх надійності, швидкості та ефективності в різних сценаріях використання. Оптимізація мереж може охоплювати різні аспекти, включаючи структурну топологію, керування ресурсами, безпеку, масштабованість та інші. Методи та стратегії оптимізації мереж роботизованих систем:

Вибір оптимальної структурної топології мережі є важливим етапом оптимізації. Деякі системи можуть вимагати простої зіркової топології, тоді як інші можуть користуватися більш складними варіантами, такими як дерево, кільце або меш-мережі [3; 6].

Використання технологій автоматизації, таких як Software-Defined Networking (SDN) та Network Function Virtualization (NFV), дозволяє більш ефективно управляти ресурсами мережі та пристосовувати її до змінних вимог.

Оптимізація мережі може включати в себе балансування навантаження для рівномірного розподілу трафіку та забезпечення оптимальної використаності ресурсів мережі.

Системи моніторингу та аналізу трафіку допомагають виявляти проблеми та визначати, як можна покращити ефективність мережі. Це важливо для вчасного виявлення і реагування на проблеми мережі.

Важливим аспектом оптимізації мереж роботизованих систем є захист від кібератак та забезпечення конфіденційності даних. Це включає в себе використання шифрування, ідентифікації та автентифікації.

Мережі роботизованих систем повинні бути готові до зростання, якщо це необхідно. Оптимізація мереж повинна передбачати можливість легкого розширення мережі без великих зусиль.

З ростом зацікавленості в розробці та впровадженні інтернету речей (IoT) та мереж п'ятого покоління (5G), оптимізація мереж роботизованих систем може включати в себе використання цих передових технологій.

Важливо враховувати можливість сумісності мережі з різними типами обладнання та рішень, що використовуються в роботизованих системах.

Оптимізація мереж має включати в себе розгляд питань енергоефективності, особливо у випадку роботизованих систем, які можуть працювати в автономному режимі.

Збільшення обчислювальних можливостей та сховищ в хмарних ресурсах може бути важливим для покращення функціональності роботизованих систем. Тому інтеграція з хмарними ресурсами також може включати в себе оптимізацію мережі.

Аналіз і вибір методів оптимізації мереж роботизованих систем залежить від конкретних вимог і характеристик конкретної системи. Перед вибором певного методу важливо враховувати потреби, обмеження і мету оптимізації, а також тенденції в розвитку технологій та вимоги до безпеки.



Рис. 2. Алгоритм задачі структурного синтезу

Аналіз методів оптимізації мереж роботизованих систем є важливим завданням для забезпечення ефективної роботи та надійного зв'язку в таких системах. Оптимізація мереж може включати в себе різні аспекти, такі як масштабування, пропускна здатність, надійність, енергоефективність та безпеку. Ось деякі з методів і підходів до оптимізації мереж роботизованих систем:

Вибір правильної топології мережі є ключовим аспектом оптимізації. Різні види роботизованих систем можуть вимагати різних типів топологій, від зіркової до меш-мереж. Вибір відповідної топології може покращити ефективність мережі та забезпечити надійний зв'язок.

З ростом кількості роботизованих систем може збільшуватися навантаження на мережу. Важливо розробити мережу так, щоб вона була масштабованою і здатною обробляти зростаючий обсяг даних та пристроїв.

SDN дозволяє централізовано керувати мережею та динамічно налаштовувати її параметри. Це полегшує оптимізацію мережі шляхом зміни маршрутів, керування пропускною здатністю та розділенням трафіку.

У роботизованих системах може бути потреба в бездротовому зв'язку для мобільних пристроїв або об'єктів, які переміщуються. Вибір правильного бездротового стандарту і оптимізація його параметрів є важливими аспектами.

Кібербезпека є критично важливою для мереж роботизованих систем. Оптимізація повинна включати в себе заходи для захисту від несанкціонованого доступу, від атак та для забезпечення конфіденційності даних.

Мережі роботизованих систем можуть бути ресурсозберігаючими, особливо коли мова йде про енергоефективність. Оптимізація ресурсів може включати в себе вимкнення непотрібних пристроїв у режимі очікування та раціональне використання енергії.

Постійний моніторинг мережі та аналіз трафіку дозволяють вчасно виявляти проблеми та можливості для оптимізації.

Використання хмарних послуг може спростувати розгортання та керування мережами роботизованих систем та зменшувати витрати на інфраструктуру.

Аналіз і вибір методів оптимізації мереж роботизованих систем повинен враховувати конкретні вимоги та потреби цих систем, а також постійно змінюючийся технологічний ландшафт. Ретельне дослідження та оцінка методів є важливою частиною успішної оптимізації мереж роботизованих систем.

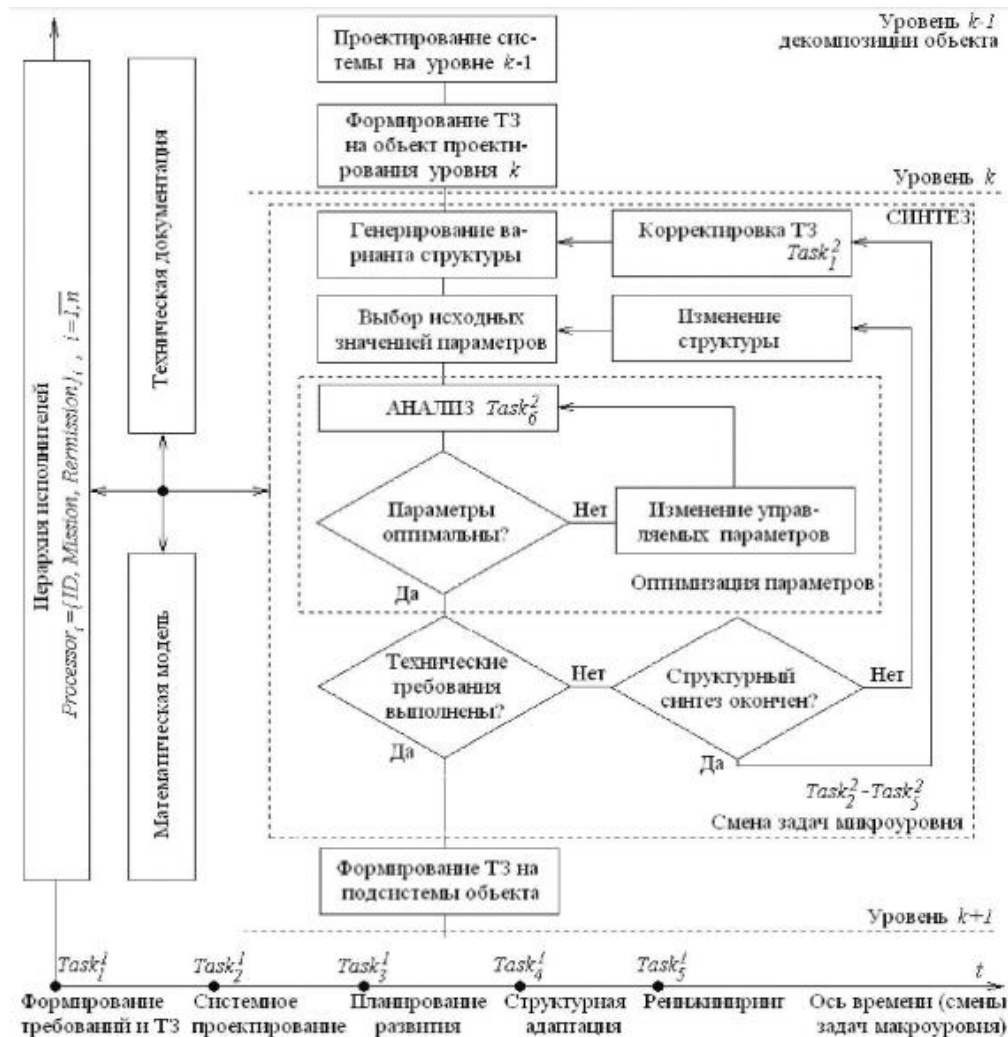


Рис. 3. Алгоритм структурного синтезу мережі

Аналіз методів оптимізації мереж роботизованих систем є важливою частиною розробки та управління інфраструктурою для роботизованих систем. Оптимізація мереж дозволяє підвищити надійність, продуктивність та безпеку таких систем. Ось деякі з популярних методів оптимізації мереж роботизованих систем:

Вибір оптимальної топології мережі є одним з перших і важливих кроків у процесі оптимізації. Топологія може бути зірковою, кільцевою, деревовидною або меш-мережею, і вибір залежить від потреб конкретної роботизованої системи.

Розробка мережі з урахуванням масштабованості дозволяє легко розширювати і розвивати мережу з ростом потреб системи. Використання сучасних технологій, таких як віртуалізація мережі, допомагає забезпечити масштабованість.

Оптимізація мережі включає в себе балансування навантаження між різними вузлами мережі. Це допомагає підвищити ефективність та уникнути перевантаження окремих частин мережі.

Вибір правильних технологій зв'язку, таких як провідний або бездротовий зв'язок, може вплинути на швидкість передачі даних, дальність та надійність мережі.

SDN (Software-Defined Networking) дозволяє програмно керувати мережевими обладнаннями, що полегшує керування та оптимізацію мережі.

Моніторинг і аналіз трафіку допомагають виявляти проблеми та можуть бути використані для вдосконалення мережі. Рішення для моніторингу, такі як системи збору журналів та аналізатори трафіку, можуть бути використані для цієї мети.

Роботизовані системи можуть включати в себе сенсори, актуатори та іншу бортову інфраструктуру. Оптимізація цієї інфраструктури включає в себе вибір правильних комунікаційних протоколів і мережевих рішень.

Оптимізація мережі повинна включати в себе також заходи забезпечення кібербезпеки, такі як захист від атак, шифрування даних та ідентифікація користувачів.

Використання рішень для автоматизації та оркестрації мережевих операцій допомагає покращити ефективність і скоротити час відгуку на події в мережі.

Врахування специфічних вимог роботизованих систем: Різні роботизовані системи можуть мати унікальні вимоги до мережі, такі як низька затримка, висока доступність або підтримка резервних маршрутів.

Аналіз та впровадження цих методів оптимізації мереж допомагають створити надійну та ефективну інфраструктуру для роботизованих систем, що відіграє важливу роль у підтримці їхнього нормального функціонування та розвитку.

Висновки. У ході аналізу комп'ютерних мереж у складі роботизованих систем встановлено, що комп'ютерні мережі можуть складатися з окремих комп'ютеризованих елементів (комп'ютерів, серверів, мережевих адаптерів тощо) і забезпечувати обмін файлами між робочими станціями, використання спільні ресурси та можливість зручного керування робототехнічними системами. елементів. Для вирішення задачі топологічної оптимізації виробництва розглянуто особливості мереж різних типів, а за базові обрано локальні централізовані мережі. У процесі аналізу існуючих топологій була обрана деревовидна топологія через її переваги, серед яких: легкість додавання нових вузлів; Простота управління; легко масштабувати; простота ідентифікації конкретного фрагмента мережі, а також можливість підключення до більшої мережі. Розглянуто методи побудови мережевої структури: покоординатна оптимізація, метод кластеризації k-means, метод Tabu Search. Проаналізувавши переваги та недоліки цих методів, було обрано метод кластеризації, оскільки він простий у використанні та має найкоротший час для розрахунку розміщення елементів мережі серед цих методів. Як доповнення був обраний інтерактивний метод побудови топологічної структури мережі, що дозволяє користувачеві самостійно проектувати топологію мережі та визначати ціну мережі за допомогою різного обладнання.

Список бібліографічного опису

1. Навчальні матеріали онлайн Операційний менеджмент Особливості створення та експлуатації гнучких виробничих систем URL: https://pidruchniki.com/1830050353518/menedzhment/osoblivosti_stvorenniya_ekspluatatsiyi_gnuchkih_virobnichih_sistem (дата звернення: 01.12.2019).
2. Лисенко О. І., Тачиніна О. М. Робототехнічні системи та комплекси: навч. посіб. Київ : Національний Авіаційний Університет, 2018. 6 с.
3. Новиков Ю. В., Кондратенко С. В. Основи локальних мереж. курс лекцій. М. : Інтернет-університет інформаційних технологій, 2005.
4. Гордеев О. О., Гордеева Д. В., Колдовський М. В. Комп'ютерні Мережі : навч. посіб. Суми : Українська Академія Банківської Справи Національного Банку України, 2010. 26 с.
5. Одесская национальная академия пищевых технологий Комп'ютерні системи Топології комп'ютерних систем Топологія типу «Дерево» URL: <https://studfile.net/preview/5152835/page:6/> (дата звернення: 01.12.2019).
6. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе СПб.: Издательство С. Петербургского университета, 1997. 332 с.
7. Ахтырченко К. В., Сорочка Т. П. Методы и технологии реинжиниринга ИС // Труды Института системного программирования. 2003. № 4. С. 116-128.
8. Бескорвайный В. В., Соболева Е. В. Композиционная модель динамической распределенной задачи структурного синтеза территориально распределенных объектов // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Системный анализ, управление и информационные технологии. Харьков: НТУ "ХПИ". 2013. № 2 (976). С. 60-76.
9. Бескорвайный В. В., Подоляка К. Е. Модификации метода направленного перебора для реинжиниринга топологических структур систем крупномасштабного мониторинга // Радиотехника и информатика. 2015. № 3. С. 55-61.
10. Скаков Е. С. Малыш В. Н. Использование алгоритмов мултистарта и поиска с запретами для решения задачи размещения базовых станций // Информационные Каналы И Среды. Липецкий государственный педагогический университет. 2015 №1. С. 99-106.
11. Краковецкий О. Хабр: Меры расстояний Кластеризация: алгоритмы k-means и c-means Алгоритм k-means (к-средних) стаття 14 августа 2009 в 14:23 URL:<https://habr.com/ru/post/67078/> (дата звернення: 03.12.2019).

12. 6.5.1. Метод покоординатной оптимизации (Гаусса-Зейделя) Основы теории случайных процессов (4 семестр) Московский государственный университет приборостроения и информатики 09.04.2015 URL:<https://studfile.net/preview/2873720/page:33/> (дата звернення: 04.12.2019)
13. Костюкова Н.И. Графы и их применение. Комбинаторные алгоритмы для программистов // Лаборатория знаний. Интернет университет информационных технологий. 2007. 312 с.
14. Алексеев С. В., Мартовицкий В. О. Анализ методов розв'язку задачі складання розкладу занять // Системи обробки інформації. 2014. Вип. 2 (118). С. 84-88.
15. Ларичев О. И., Петровский А. В. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. Т.21. М.: ВИНТИ. 1987. С. 131-164.
16. Нестеренко С., Биньковский А. Методика реинжиниринга сетей масштаба предприятия // Труды Одесского политехнического университета. 2007. № 2(28). С. 95-99.
17. Нестеренко С.А. Выбор оптимального плана энергоэффективного реинжиниринга корпоративной компьютерной сети // Електротехнічні та комп'ютерні системи. 2017. № 25 (101). С. 341-346.

References

1. Educational materials online Operational management Peculiarities of creation and operation of flexible production systems URL: https://pidruchniki.com/1830050353518/menedzhment/osoblivosti_stvorenyya_ekspluatatsiyi_gnuchkih_virobnichih_sistem (access date: 01.12.2019).
2. Lysenko O. I., Tachynina O. M. Robotic systems and complexes: training. manual Kyiv: National Aviation University, 2018. 6 p.
3. Novikov Yu. V., Kondratenko S. V. Fundamentals of local networks. course of lectures. M.: Internet University of Information Technologies, 2005.
4. Gordeev O.O., Gordeeva D.V., Koldovskyi M.V. Computer Networks: education. manual Sumy: Ukrainian Academy of Banking Affairs of the National Bank of Ukraine, 2010. 26 p.
5. Odessa national academy of food technology Computer systems Topologies of computer systems Topology of the "Tree" type URL: <https://studfile.net/preview/5152835/page:6/> (access date: 01.12.2019).
6. Hammer M., Champy D. Corporation reengineering: a manifesto of a revolution in business. St. Petersburg: Publishing House of S. Petersburg University, 1997. 332 p.
7. Akhtyrchenko K. V., Sorokvasha T. P. Methods and technologies of IS re-engineering // Proceedings of the Institute of System Programming. 2003. No. 4. P. 116-128.
8. Beskorovainy V.V., Soboleva E.V. Compositional model of the dynamic distributed task of structural synthesis of territorially distributed objects // Vestnik Nats. technical "Khpy" University: Sat. science tr. Subject. issue: System analysis, management and information technologies. Kharkiv: NTU "Khpy". 2013. No. 2 (976). P. 60-76.
9. Beskorovainy V.V., Podolyaka K.E. Modifications of the directed search method for reengineering topological structures of large-scale monitoring systems // Radioelectronics and computer science. 2015. No. 3. P. 55-61.
10. Skakov E. S. Malyshev V. N. The use of multistart and search algorithms with restrictions to solve the task of locating base stations // Information Channels and Media. Lipetsk State Pedagogical University. 2015 #1. P. 99-106.
11. Krakovetsky O. Habr: Distance measures Clustering: k-means and c-means algorithms k-means (k-means) algorithm article August 14, 2009 at 2:23 pm URL:<https://habr.com/ru/post/67078/> (date of application: 03.12.2019).
12. 6.5.1. Method of coordinate optimization (Gauss-Seidel) Fundamentals of the theory of random processes (4th semester) Moscow State University of Instrumentation and Informatics 04/09/2015 URL:<https://studfile.net/preview/2873720/page:33/> (access date: 04/12/2019)
13. Kostyukova N.I. Graphs and their application. Combinatorial algorithms for programmers // Laboratoriya znany. Internet University of Information Technologies. 2007. 312 p.
14. Alekseev S. V., Martovytskyi V. O. Analysis of methods for solving the task of creating a class schedule // Information processing systems. 2014. Issue 2 (118). С. 84-88.
15. О. И. Ларичев, А. В. Петровский, Decision support systems. The current state and prospects of their development. // Results of science and technology. Ser. Technical cybernetics. Т.21. М.: BLAME. 1987. P. 131-164.
16. Nesterenko S., Bynkovsky A. The method of reengineering of enterprise-scale networks // Proceedings of the Odessa Polytechnic University. 2007. No. 2(28). P. 95-99.
17. Nesterenko S.A. Choosing the optimal plan for energy-efficient reengineering of a corporate computer network // Electrotechnical and computer systems. 2017. No. 25 (101). С. 341-346.