

**Яровий О.В.**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Завгородній В.В.**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Мухін О.В.**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНИМИ АГЕНТАМИ НА ОСНОВІ МЕРЕЖОЦЕНТРИЧНОГО ПІДХОДУ

*Була розроблена нова інформаційна технологія управління мобільними агентами в динамічному середовищі, і ця технологія має низку важливих особливостей та переваг. Перш за все, важливо підкреслити, що наша технологія базується на мережецентричному підході, що робить її унікальною у порівнянні зі звичайними методами управління мобільними агентами. Це означає, що управління агентами відбувається через спільну мережу, де кожен агент може взаємодіяти з іншими та отримувати важливу інформацію для прийняття рішень. Другий аспект цієї технології полягає в її застосуванні у критичних умовах. Це означає, що вона може бути використана в ситуаціях, де надійність та живучість агентів є критичними. Запропонована технологія підвищує стійкість системи до відмов та забезпечує безперервну роботу мобільних агентів.*

*Отримана інформаційна технологія визначається своєю унікальністю порівняно з традиційними методами управління мобільними агентами. Головною перевагою нашої розробки є її модернізація та пристосування до умов сучасного динамічного середовища та критичних сценаріїв. Традиційні методи управління мобільними агентами мали свої обмеження та були спрямовані переважно на статичні або менш критичні завдання. Запропонована технологія суттєво виходить за межі цих обмежень, завдяки використанню мережецентричного підходу. Вона дозволяє мобільним агентам спілкуватися та координуватися в реальному часі, що робить їх більш адаптованими до змін у середовищі та більш схильними до самоорганізації в критичних ситуаціях.*

*Застосування розробленої інформаційної технології управління мобільними агентами в динамічному середовищі на основі мережецентричного підходу є важливим кроком у сучасному інформаційному управлінні. Вона може знайти застосування у різних галузях, де важливо забезпечити надійність та ефективність управління мобільними агентами в динамічному та критичному середовищі.*

**Ключові слова:** інформаційна технологія, мобільні агенти, мережецентричний підхід, динамічне середовище, ефективність управління.

**Постановка проблеми.** Концепція мережецентричного управління є значущим кроком у подоланні недоліків, які спостерігаються при централізованій та децентралізованій моделях управління [1]. Вона вирішує ці проблеми шляхом впровадження нового підходу, який передбачає активну взаємодію та спільну координацію між мобільними агентами у динамічному середовищі. Розглянемо кілька ключових аспектів цієї концепції [2]:

1. Спільна координація: мережецентричний підхід передбачає, що мобільні агенти активно вза-

ємодіють один з одним і координують свою діяльність. Це дозволяє створити спільну інформаційну основу та вирішувати завдання колективно, замість ізольованого управління кожним агентом.

2. Відсутність одного централізованого вузла: немає єдиного центрального контролера, що розподіляє завдання між агентами. Замість цього, обрано вузли, які мають певну частину інформації, та з них обирається центр управління. Це дозволяє системі бути більш адаптивною та стійкою до відмов.

3. Динамічність: один і той же вузол може нести роль центру управління на деякий час, а потім ця роль може переходити до іншого вузла в залежності від обставин і обраної стратегії.

4. Забезпечення живучості: запропонована модель сприяє збереженню функціональності системи в умовах недоступності або виходу з ладу окремих агентів чи вузлів. Це робить систему більш стійкою та здатною працювати в критичних ситуаціях.

Враховуючи ці аспекти, мережецентричний підхід виявляється перевагою у керуванні мобільними агентами в складних умовах. Він дозволяє покращити координацію та ефективність роботи агентів, забезпечуючи високу стійкість та відсутність єдиного точку відмови.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні існує велика кількість праць вітчизняних та закордонних вчених щодо управління мобільними агентами. Зокрема у роботі [3] проведено аналіз сучасних систем автоматизованого управління тактичними безпілотними літальними апаратами; у роботах [4, 5] розглядається дослідження системи управління безпілотних літальних апаратів для комп'ютерного симулятора віртуального квадрокоптера; у роботі [6] розглядаються особливості застосування безпілотних літальних апаратів; робота [7] присвячена розгляду сучасних автоматичних систем управління безпілотними літальними апаратами. Разом з тим, відсутність робіт, спрямованих на управління мобільними агентами на основі мережецентричного підходу, а також інтенсивний розвиток інформаційних технологій, роблять актуальним завдання розробки інформаційної технології управління мобільними агентами на основі мережецентричного підходу.

**Метою статті** є розробка інформаційної технології управління мобільними агентами на основі мережецентричного підходу.

**Виклад основного матеріалу.** Інформаційна технологія управління мобільними агентами на основі мережецентричного підходу забезпечує проведення управління мобільними агентами та порівняння його з різними підходами (рис. 1). Вхідними даними є: набір мобільних агентів, параметри мобільних агентів, набір запитів та набір зовнішніх параметрів. Після проходження ініціалізації мобільних агентів та розгортання середовища управління відбувається процес тестування та управління мобільними агентами за допомогою структурної схеми системи управління мобільними агентами [8, 9]. На виході отримуємо наступні показники: час тестування з'єднання для кожного мобільного агента, час проходження всіх запитів, помилки, які виникли при проходженні запитів, список запитів, які відпрацювали з помилками, що може означати непрацюючі компоненти мобільного агента, або відсутність зв'язку з мобільним агентом.

В систему управління мобільними агентами, яка була визначена на рисунку 1 було використано наступні блоки:

- блок перевірки підключення до мобільного агента, який забезпечує перевірку зв'язку з мобільним агентом та визначає роботу всіх інших блоків;
- блок управління запитами до мобільного агента, який забезпечує підготовку, формування та передачу запитів;
- блок перевірки відповідей на запити від мобільних агентів, який контролює кількість надсилань одного запиту та обробку відповіді від на ці запити;

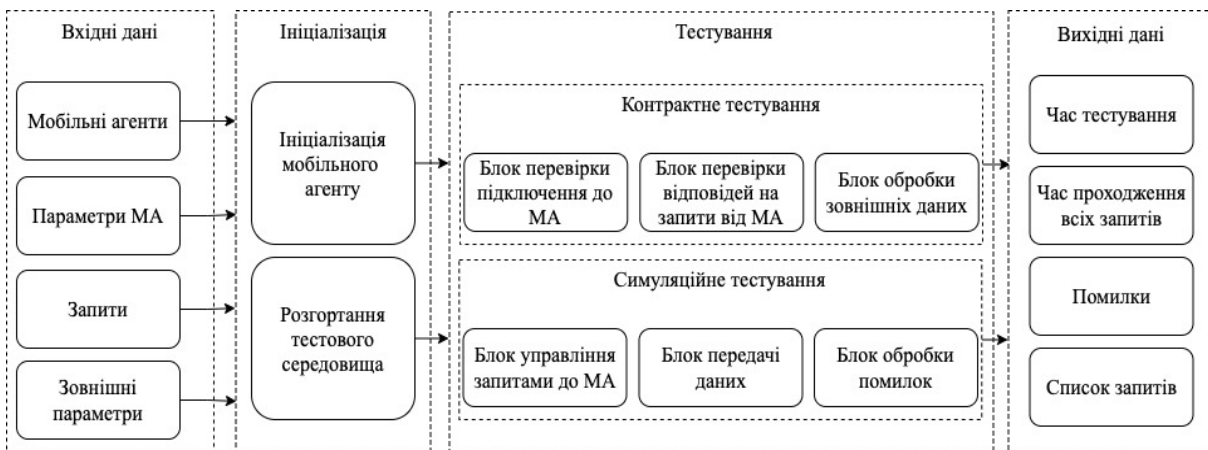


Рис. 1. Схема інформаційної технології тестування систем управління мобільними агентами

– блок передачі даних, який забезпечує передачу даних від центру управління до мобільного агенту;

– блок обробки зовнішніх даних, який забезпечує визначення зовнішніх параметрів впливу та кореляцію запитів відносно цього;

– блок обробки помилок, який допомагає визначити помилки в управлінні та скоригувати систему для більш оптимізованого формування запитів.

На основі інформаційної технології було розроблено нову інформаційну систему, яка складається з чотирьох рівнів виконання: рівень прийняття рішень, рівень управління, рівень передачі даних та рівень мобільних агентів (рис. 2). Рівень прийняття рішень відповідає загальну підготовку та оцінку відповідних завдань для управління мобільними агентами та містить в собі наступні модулі:

– модуль аналітики, який відповідає за проведення аналітичного аналізу ситуації та визначення тих мобільних агентів, які будуть застосовані в тій чи іншій ситуації;

– модуль розробки завдань, опираючись на основі даних, які були підготовлені модулем аналітики формують масив завдань управління

мобільними агентами для передачі його в модуль підготовки запитів;

– модуль підготовки запитів, аналізує масив завдань та відносно них будує масив запитів, який передається до модулю управління чергою запитів в рівні управління;

– модуль координації, який отримує дані з модулю коригування запитів рівня управління та дає відповідні вказівки модулю формування пакетів запитів рівня управління для вставки в чергу нового пакету з скоригованими запитами;

– модуль логування служить для збереження всіх запитів, які були згенеровані модулем підготовки запитів та пакетів модулем координації.

На рівні управління, який відповідає за обробку запитів та відповідей від мобільних агентів є наступні модулі:

– модуль управління чергою запитів, який отримує дані від модулю підготовки запитів рівня підготовки та проводить вибірку запитів, які стосуються окремого мобільного агента з подальшою передачею їх в модуль формування пакету запитів;

– модуль формування пакету запитів, після отримання запитів готує пакет управління для

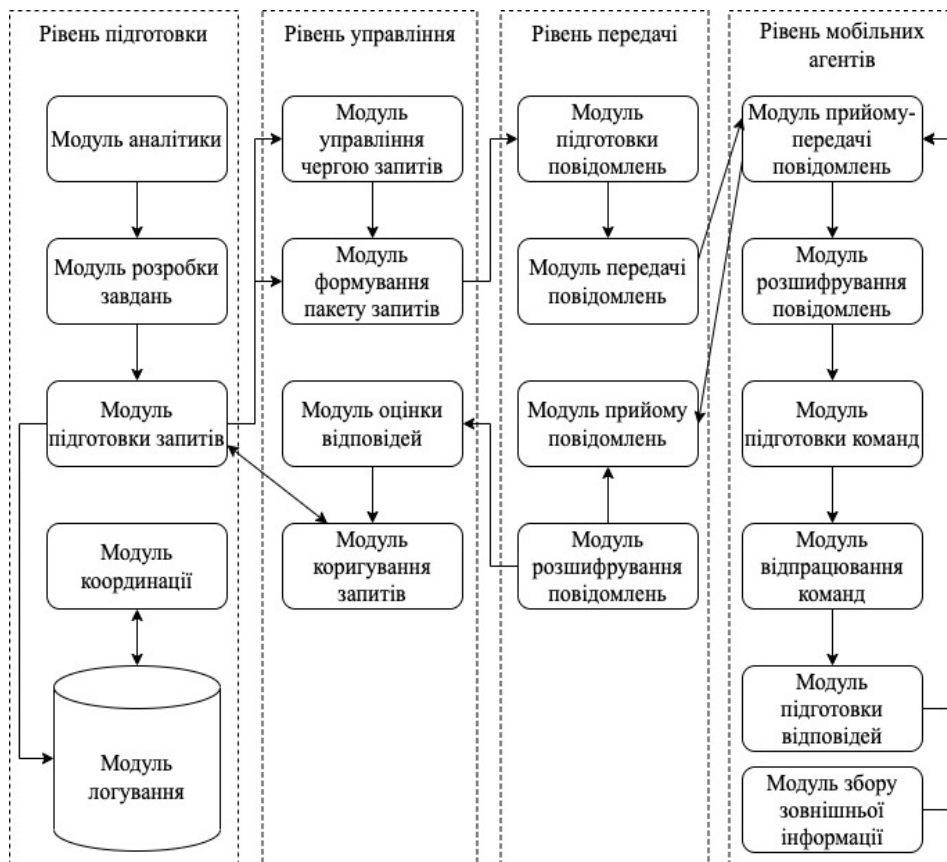


Рис. 2. Функціональна схема інформаційної системи підвищення ефективності управління мобільними агентами

конкретного пристрою та передає його в модуль підготовки повідомлень рівня передачі;

– модуль оцінки відповідей, який отримує розшифровану відповідь від модулю розшифрування повідомлень рівня передачі та проводить попередню оцінку про проходження запитів та про особливості зовнішніх факторів впливу, які передав модуль збору зовнішньої інформації рівня мобільного агента;

– модуль коригування запитів ґрунтуючись на даних, які передаються з модулю оцінки відповідей проводить остаточну оцінку та визначає запити, які повинні бути відредаговані або заново запущені для виконання та передає дану інформацію в модуль координації рівня підготовки. При необхідності рівень підготовки направляє на доопрацювання відповідні запити після їх оцінки.

Рівень передачі даних містить у собі чотири модуля, а саме:

– модуль підготовки повідомлень, який отримавши пакет запиту від модулю формування пакетів запитів рівня управління, проходить його шифрування та передає його в модуль передачі повідомлень;

– модуль передачі повідомлень отримує зашифроване повідомлення від модулю підготовки повідомлень та передає його в модуль прийому-передачі повідомлень рівня мобільного агента;

– модуль прийому повідомлень приймає від модулю прийому-передачі повідомлень рівня мобільного агента відповідь мобільного агента та передає його для розшифрування в модуль розшифрування запитів;

– модуль розшифрування повідомлень проходить розшифрування повідомлень, які йому надійшли з модулю прийому повідомлень та передає відповідь в модуль оцінки відповідей рівня управління.

Рівень мобільного агента відповідає за процеси, які відбуваються в мобільних агентах та поділяється на наступні модулі:

– модуль прийому-передачі повідомлень, який приймає повідомлення від модулю передачі повідомлень рівня передачі та відправляє повідомлення модулю прийому повідомлень рівня передачі. При формуванні відповіді враховуються дані, які були отримані з модулю підготовки відповідей та модулю збору зовнішньої інформації;

– модуль розшифрування повідомлень отримує дані з модулю прийому-передачі повідомлень та проводить розшифрування повідомлень з подальшою передачею в модуль підготовки команд;

– модуль підготовки команд проводить перетворення запитів на команди для мобільного агента та передає їх в модуль відпрацювання команд;

– модуль відпрацювання команд, застосовує команди, які він отримав з модулю підготовки команд та після їх виконання передає дані в модуль підготовки відповідей;

– модуль підготовки відповідей отримавши набір результатів виконання команд проводить формування пакетів відповідей та передає їх до модулю прийому-передачі повідомлень для подальшої відправки;

– модуль збору зовнішньої інформації потрібен для обробки інформації з датчиків мобільного агента та підготовку пакету відповіді для передавання його в модуль прийому-передачі повідомлень для подальшої відправки.

Дана інформаційна система дозволяє підвищити ефективність управління мобільними агентами з можливістю застосування мережецентричного керування. Отримані результати зберігаються у базі знань, яка ведеться в модулі логування. На основі знайдених помилок та оцінки зовнішніх факторів проводиться координація роботи мобільних агентів для вирішення тієї чи іншої задачі.

**Висновки.** Таким чином, здійснено побудову нової інформаційної технології управління мобільними агентами в динамічному середовищі на основі застосування мережецентричного підходу. Розроблена технологія також слугує модернізацією традиційних інформаційних технологій керування, переносячи їх на новий рівень. Вона використовує передові засоби для обробки даних, мережевої комунікації та аналізу, що підвищує їхню ефективність та точність. Це дозволяє покращити якість управління мобільними агентами та забезпечити більшу надійність у важких умовах.

Запропонована технологія відкриває нові перспективи для впровадження мережецентричного управління мобільними агентами, забезпечуючи підвищену їхню живучість. Вона може знайти застосування у сферах, де критичність та швидкість реакції є важливими факторами, таких як автономні роботи, розподілена мережа зв'язку та інші сценарії. Таким чином, наша технологія становить значущий крок уперед у розвитку управління мобільними агентами та їхнього успішного функціонування в вимогливих умовах.

**Список літератури:**

1. Liu Feng, Guo Wei-Wei. Research and Design of Task Scheduling Method Based on Grid Computing. *International Conference on Smart City and Systems Engineering (ICSCSE)*. 2017. Changsha, China. P. 188–192. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSCSE.2017.54>
2. Younis M.T., Yang S., Passow B.N. A Loosely Coupled Hybrid Meta-Heuristic Algorithm for the Static Independent Task Scheduling Problem in Grid Computing. *IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*. 2018. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1109/CEC.2018.8477765>
3. Ткачук П.П., Сальник Ю.П., Пащук Ю.М., Малата І.В. Система автоматизованого управління польотом і корисним навантаженням тактичних безпілотних літальних апаратів. *Військово-технічний збірник*, № 10, 2014. С. 73–77. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.10.2014.73-77>
4. Подорожняк А.О., Волоцков Є.А., Шевцова О.С. Дослідження системи управління безпілотних літальних апаратів. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Т. 2, No 3. С. 97-101. DOI: <https://doi.org/10.20998/82522-9052.2018.3.16>
5. Walid M., Slaheddine N., Mohamed A., Lamjed B. Modeling and control of a quadrotor UAV. *15th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, Hammamet, 2014, pp. 343-348. DOI: <https://doi.org/10.1109/STA.2014.7086762>
6. Особливості застосування безпілотних літальних апаратів органами та підрозділами поліції: метод. рек. / А. А. Саковський, С. М. Науменко, С. І. Кравченко, І. М. Єфіменко та ін. Київ: Нац. акад. внутр. справ. 2022. 72 с.
7. Радзівілов Г.Д., Фесенко О.Д. Аналіз системи автоматичного управління маршрутом польотом безпілотним літальним апаратом. *Східноєвропейський науковий журнал*. № 12 (28), Ч. 2, 2017. С. 45–48. URL: [https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA\\_28\\_2.pdf](https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_28_2.pdf)
8. Zavgorodnii V., Braykovska N., Yaroyvi O., Zavgorodnya A., Liskin V., Mukhin O. The Method of Restoring Parameters of Mobile Agents in a Unified Dynamic Environment Considering Similarity Coefficients, *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. Vol. 15, No. 4, pp. 25–35, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2023.04.03>
9. Яровий О.В., Завгородній В.В. Розробка структурної схеми системи управління мобільними агентами. *Науковий журнал «Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки»*. Том 34 (73), No 4, 2023. С. 124–128. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.4/20>

**Yaroyvi O.V., Zavgorodnii V.V., Mukhin O.V. DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR MOBILE AGENTS MANAGEMENT BASED ON A NETWORK-CENTRIC APPROACH**

*A new information technology for managing mobile agents in a dynamic environment has been developed, and this technology has a number of important features and advantages. First of all, it is important to emphasize that our technology is based on a network-centric approach, which makes it unique compared to conventional methods of managing mobile agents. This means that the management of agents takes place through a shared network, where each agent can interact with others and receive important information for decision-making. The second aspect of this technology is its application in critical conditions. This means that it can be used in situations where the reliability and survivability of agents are critical. The proposed technology increases the system's resistance to failures and ensures continuous operation of mobile agents.*

*The resulting information technology is determined by its uniqueness compared to traditional methods of managing mobile agents. The main advantage of our development is its modernization and adaptation to the conditions of the modern dynamic environment and critical scenarios. Traditional methods of managing mobile agents had their limitations and were mainly aimed at static or less critical tasks. The proposed technology significantly goes beyond these limitations, thanks to the use of a network-centric approach. It allows mobile agents to communicate and coordinate in real time, making them more adaptable to changes in the environment and more prone to self-organization in critical situations.*

*Application of the developed information technology for managing mobile agents in a dynamic environment based on a network-centric approach is an important step in modern information management. It can be used in various industries where it is important to ensure the reliability and efficiency of managing mobile agents in a dynamic and critical environment.*

**Key words:** *information technology, mobile agents, network-centric approach, dynamic environment, management efficiency.*