

**В. П. Волков<sup>1</sup>**  
**В. М. Павленко<sup>1</sup>**  
**В. П. Кужель<sup>2</sup>**

## ДОСЛІДЖЕННЯ АГЕНТНОГО ПІДХОДУ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

*Проведено аналітичне дослідження агентного підходу як складового елемента мультиагентної системи, яка відрізняє її від інших систем штучним інтелектом агентів, з метою підвищення контролю технічного стану транспортних засобів.*

*Метою роботи є дослідження питання агентного підходу, щодо використання його в якості додаткового або основного контролю при технічному обслуговуванні легкових автомобілів.*

*На сьогодні, при вже існуючих досягненнях у сферах ІТ (інформаційних технологій), математики, кібернетики, штучного інтелекту та при їх взаємодії залишається небагато часу до створення системи, яка змінить уявлення про систему обслуговування автомобіля майбутнього і поставить автомобільну галузь на новий рівень. В таких технологіях закладений принцип автономності окремих частин, що спільно функціонують в розподіленій системі, де одночасно проходить безліч процесів.*

*В кінцевому підсумку зроблений висновок, що різноманітність агентних складових та способів створення на їх базі мультиагентних систем та їх застосування у сфері обслуговування автомобілів є актуальною темою. В результаті виконаного аналізу виявили, що для автомобілів та структурних складових системи їх обслуговування, зведення в МАС стануть найбільш сприятливим кроком в модернізації та удосконаленні існуючої системи технічного обслуговування автомобілів.*

*Агентний контроль технічного стану транспортних засобів дозволить оптимізувати технічне регламентне обслуговування автомобілів, скоротити час очікування на обслуговування транспортного засобу, запобігти виникненню нових несправностей, які можуть виникнути на дорозі і забезпечити виконання екологічних норм. Агент має здатність повністю функціонувати без втручання будь-кого з зовні та здійснювати контроль внутрішнього стану та своїх дій. На відміну від деяких адаптивних систем у агента є здатність до навчання та розмірковування. Тому під час змін у зовнішньому середовищі він зможе поповнювати свої базові знання, що допоможе у подальшому більш якісно знаходити рішення для проблем та матиме більше альтернативних варіантів, якщо один із них не спрацює.*

**Ключові слова:** автомобіль, агент, система, підхід, елемент, обслуговування, мультиагентна система.

### Вступ

На сьогодні, автомобіль є дуже складним комп'ютеризованим комплексом, в якому відбувається безліч процесів передачі та обробки інформації. Технологічна недосконалість, застосовуваної елементної бази, спричиняє появу відмов, а отже необхідність своєчасного діагностування при організації технічного обслуговування. Організація контролю технічного стану автомобіля, а саме – його електронного обладнання, є дуже актуальним і знаходиться в стані становлення [1, 2].

### Аналіз останніх досліджень та постановка проблеми

Обслуговування в автоцентрах на теперішній час здійснюється на спеціальних діагностичних постах, де використовують досить складне і дороге діагностичне обладнання. Такий спосіб обслуговування призводить до появи черг та супутніх до цього проблем. Вирішення таких проблем можливе шляхом використання сучасних інформаційних технологій при виконанні сервісних робіт [3]. Варіант модернізації системи полягає в розробці комплексу дистанційної діагностики електронних систем автомобіля за рахунок агентного підходу. Використання сучасних інформаційних технологій з використанням доступу до мережі Internet дає можливість створювати досить надійні і працездатні діагностичні комплекси.

В даний час в умовах збільшення складності і мінливості систем зростає роль процесів прийняття грамотних управлінських рішень, заснованих на використанні різного програмно-алгоритмічного забезпечення, як способу підвищення ефективності вибору рішень за рахунок проведення багатокритеріального аналізу вихідної інформації.

Відповідно до цього, принцип узгодження і координації інтересів і точок зору, властивий для функціонування сучасних організацій, лягає в основу безлічі методів і засобів штучного інтелекту, в тому числі при проектуванні взаємодій штучних агентів, побудові мультиагентних систем і інтелектуальних організацій [4, 5].

В основі мультиагентного підходу лежить поняття мобільного програмного агента, який являє собою комп'ютерну програму або елемент штучного інтелекту [6]. Задача агента – самостійно відтворювати те, що зазвичай робить людина, тобто повністю автоматизувати діагностування та обслуговування автомобіля на відстані та при будь-якій знайденій несправності самостійно знайти шлях для її вирішення.

Агентний контроль технічного стану транспортних засобів дозволить оптимізувати технічне регламентне обслуговування автомобілів, скоротити час очікування на обслуговування транспортного засобу, запобігти виникненню нових несправностей, які можуть виникнути на дорозі і забезпечити виконання екологічних норм. Агент має здатність повністю функціонувати без втручання будь-кого з зовні та здійснювати контроль внутрішнього стану та своїх дій. Відміною від деяких адаптивних систем у агента є здатність до навчання та міркувань. Тому під час змін у зовнішньому середовищі він зможе поповнювати свої базові знання, що допоможе у подальшому більш якісно знаходити рішення для проблем та матиме більше альтернативних варіантів, якщо один із них не спрацює [4].

*Метою роботи*, у зв'язку з наведеним вище, є дослідження питання агентного підходу, щодо використання його в якості додаткового або основного контролю при технічному обслуговуванні легкових автомобілів.

### Результати дослідження

Удосконалення техніки та технологій останніх поколінь і розвиток відповідних програмних продуктів привели до реальної можливості створення систем штучного інтелекту, інтелектуалізованих інформаційно-обчислювальних комплексів, мультиагентних і експертних систем в різних областях знань. Інтелектуальні мультиагентні системи (МАС) – це напрям штучного інтелекту, який сформувався на основі результатів досліджень в області розподілених комп'ютерних систем, мережових технологій вирішення проблем і паралельних обчислень.

У МАС закладений принцип автономності окремих частин програми, що спільно функціонують в розподіленій системі, де одночасно проходить безліч взаємопов'язаних процесів [7, 8].

Завдання, які можна вирішити за допомогою МАС, це: управління інформаційними потоками і мережами; пошук інформації в мережі Інтернет; електронна комерція, навчання; колективне прийняття багатокритеріальних управлінських рішень та інші.

Агент – автономний штучний об'єкт, зазвичай комп'ютерна програма, що володіє активним мотивованим поведінням і здатна до взаємодії з іншими об'єктами в динамічних віртуальних середовищах. Кожен агент може приймати повідомлення, інтерпретувати їх зміст і формувати нові повідомлення, які або передаються в загальну базу, або направляються іншим агентам. Прийmemo допущення, що надалі в статті під поняттям агент будемо вважати:

- автомобіль з розподілом його на окремі механічні елементи та електронні системи;
- автосервісну систему з її підсистемами та підрозділами.

Основні властивості інтелектуальних агентів:

- можливість функціонувати без втручання і здійснювати контроль власних дій та внутрішнього стану;
- здатність до реалізації дій та організації;
- комунікація та взаємодія з іншими агентами;
- реальне сприйняття стану середовища і реакція на його зміну;
- цілеспрямованість;
- наявність базових знань про себе, про інших агентів і про навколишнє середовище;
- зміна часткових базових знань;
- прагнення до певних станів;
- наміри для виконання своїх зобов'язань;
- виконання прохання або доручення інших агентів.

Іноді присвоюють інші властивості:

- правдивість;
- готовність до співпраці з іншими агентами;

- пріоритетність загальних цілей в порівнянні з особистими;
- здатність агента мігрувати по мережі в пошуках необхідної інформації.

За ступенем розвитку внутрішнього уявлення про навколишній світ і способу поведінки виділяються інтелектуальні і реактивні агенти.

Інтелектуальні агенти володіють добре розвинутою і поповнюваною символічною моделлю зовнішнього світу завдяки наявності у них бази знань, механізмів міркування і аналізу дій, до яких можна віднести бортову систему діагностики та моніторингу стану автомобіля.

Реактивні агенти не мають розвинутого уявлення про зовнішнє середовище. Вони не використовують міркування і можуть не мати власних ресурсів. Їх поведінка визначається метою, відповідно до якої формуються реакції на запропоновані ситуації. Тому реактивні агенти не мають внутрішніх джерел мотивації і не здатні планувати свої дії. До реактивних агентів можна віднести механічні системи автомобіля, за якими потрібен контроль технічного стану.

Кожен інтелектуальний агент розвивається відповідно до власної моделі поведінки, яка може змінюватися в рамках його індивідуального життєвого циклу. Життєвий цикл конкретного агента представлений у вигляді дискретної системи, при певних умовах змінює свої внутрішні стани, і може бути заданий у вигляді графа переходів між стадіями (режимами) його існування (рис. 1).

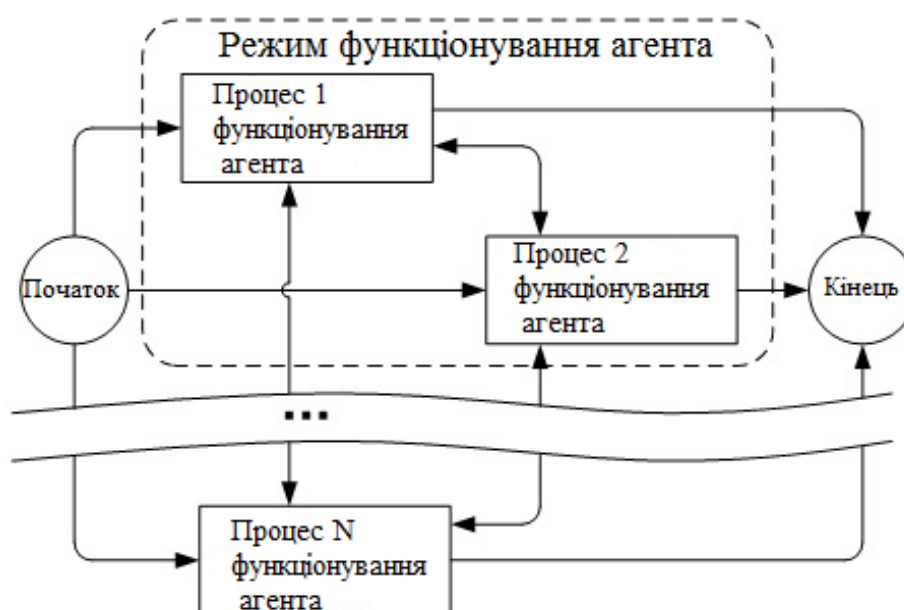


Рис. 1. Життєвий цикл агента

Модель «життєвого циклу» створюваних агентів включає такі етапи:

- обробку нових повідомлень;
- визначення правил поведінки;
- виконання дій;
- оновлення ментальної моделі відповідно до заданих правил;
- планування дій.

Динамічна модель переходу інтелектуального агента з одного режиму функціонування в інший представлена у вигляді продукційної системи

$$PS = \langle R, B, I \rangle \quad (1)$$

де  $R$  – безліч режимів функціонування агента;  $B$  – безліч правил перетворення (база знань);  $I$  – інтерпретатор (машина логічного висновку).

За принципами побудови моделей агентів і вихідних даних можна виділити (рис. 2):

- використання регресійних залежностей;
- формування бази знань агентів на підставі інтелектуального аналізу даних;
- використання цільових функцій.



Рис. 2. Класифікація підходів до визначення логіки поведінки агентів

За рівнями визначення моделі агентів можна розділити на:

- глобальні моделі (на рівні безлічі об'єктів, об'єднаних на підставі певної ознаки);
- локальні моделі (на рівні окремого об'єкта).

Отже під агентом завжди розуміється:

- а) деяка вирішальна система, здатна до адаптації в умовах мінливого зовнішнього середовища;
- б) агент завжди розглядається як деяка система, що існує і діє в деякому середовищі;

в) в рамках мультиагентного підходу вважається, що кожен окремий агент орієнтований на рішення лише деякої частини тієї складної задачі, яка поставлена перед колективом агентів в цілому.

Одним з найбільш перспективних підходів до вирішення складних завдань, в галузі штучного інтелекту є мультиагентний підхід.

Сутність мультиагентного підходу до вирішення задач полягає в тому, щоб скоротити вихідну складну задачу до впорядкованої сукупності більш простих завдань, сукупне рішення яких приведе до вирішення вихідної складної задачі. Це дозволяє знизити трудомісткість розробки і модифікації вирішальної системи для розв'язання складної задачі, за рахунок того, що вона представляється сукупністю відносно простих і однотипних вирішальних систем. Крім того, у багатьох випадках використання мультиагентного підходу дозволяє вирішити завдання більш складні, ніж ті, які можуть бути вирішені за допомогою класичних систем.

В даний час прийнято виділяти три підходи до розв'язання складних задач: централізований, розподілений і змішаний. Всі ці підходи використовуються при побудові МАС штучного інтелекту на базі агентів. Кожен з зазначених підходів має свою область використання. Вони не є конкуруючими підходами до вирішення складних завдань.

Централізований підхід виявляється придатним для розв'язання таких задач, у формулюванні яких немає невизначеності по статичній структурі. Системи з централізованою стратегією управління за функціональними можливостями і областю вирішуваних завдань близькі до класичних експертних систем. Особливістю централізованого підходу є те, що дерево цілей для завдання має бути задано априорі.

Системи, побудовані за принципом централізованого підходу, перш за все, характеризуються наявністю в складі системи модуля, що виконує роль центрального координатора дій цієї системи (рис. 3). Центральний координатор поділяє вихідну складну задачу на більш прості підзадачі, тобто визначає шлях розв'язання вихідної задачі.

Плани індивідуальних агентів створюються окремо, а потім відправляються в «центрального координатора», аналізуються, ідентифікуються потенційні взаємодії, які можуть привести до конфліктів, і групуються в послідовність небезпечних ситуацій. Потім, координатор вставляє комунікаційні команди в індивідуальний план, що дозволяє агентам синхронізувати свою роботу. Тобто, кожен агент розсилає координатору повідомлення про плановані дії. Координатор будує план, який визначає для кожного агента його дії.

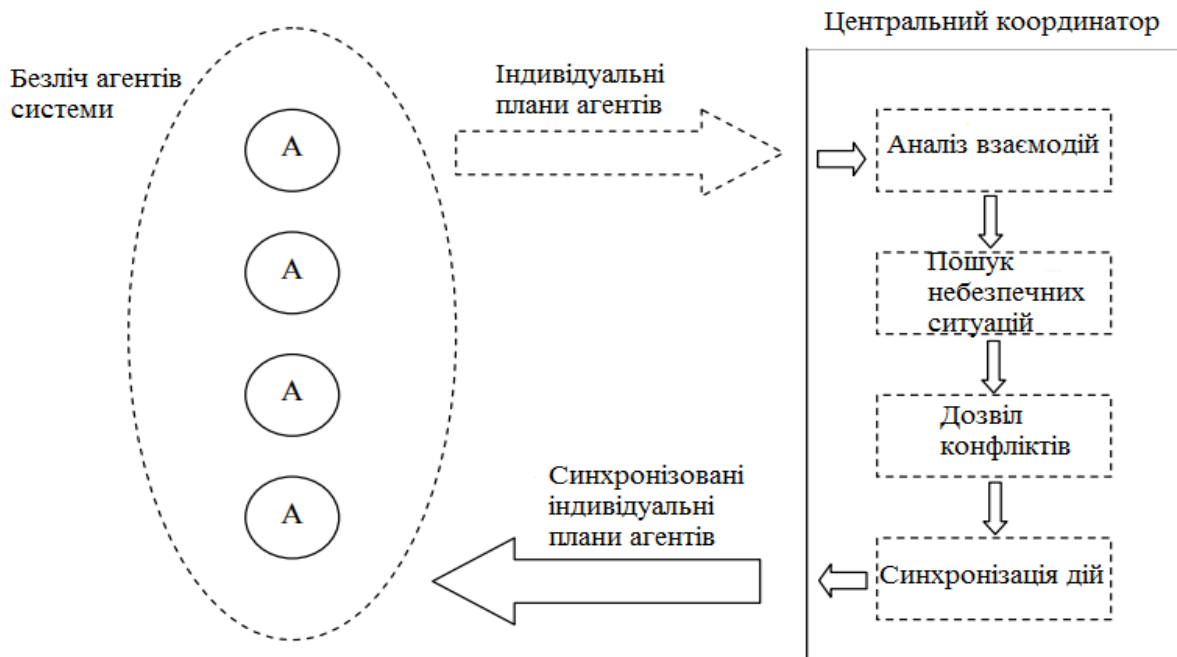


Рис. 3. Централізована МАС

У процесі вирішення конкретної вихідної задачі конкретизуються лише приватні цілі агентів. При централізованому підході основне навантаження на побудову плану виконання завдання, що стоїть перед системою, покладається на центрального координатора, а окремих агентів лише реалізують на досягнення необхідних локальних цілей. Централізований підхід до вирішення завдань виявляється цілком придатним і достатнім для вирішення завдань помірної складності в умовах незмінності зовнішнього середовища.

Концепція децентралізованого підходу в взаємодії вирішуваних завдань сукупністю незалежних вирішальних систем (агентів) в деякому середовищі. У цьому ж середовищі задані деякі правила (обмеження) поведінки агентів і задана деяка глобальна мета. Кожен з агентів, що задовольняється обмеженням середовища, має свою локальну мету та погоджує свої дії з іншими агентами. Якщо глобальну мету є у достатньої кількості агентів, то вона, безумовно, буде досягнута. Глобальна мета складається з приватних цілей в тому сенсі, що досягнення своєї приватної мети кожним агентом приводить до досягнення глобальної мети.

Спочатку на формулюванні конкретної глобальної мети відгукуються кілька агентів, але з урахуванням діючих обмежень в середовищі залишається один агент. Роль цього агента – спростити вихідну мету, тобто розподілити на підцілі. Формулювання підцілей приводить до нового конкурсу серед агентів. Цей процес триває до тих пір, поки не будуть сформульовані підцілі, рішення яких стає доступним для відповідних агентів.

Результатом досягнення конкретної глобальної мети є її розподіл на підцілі, визначення конкретного колективу агентів, що забезпечує досягнення конкретної глобальної мети, структуру зв'язків між агентами, яка формується на період розв'язання конкретної вихідної задачі, і власне розв'язок вихідної задачі (рис. 4).

З точки зору проблеми планування при децентралізованій стратегії управління створюється декількома агентами. Тобто відсутній єдиний центральний координатор, який може оцінити дії системи в цілому. Тоді неминучим наслідком децентралізованого планування є можливість виникнення конфліктів в багатоагентному середовищі. Наприклад, деякий агент може сформулювати мету, яка буде конфліктувати з цілями інших агентів. Тому виявлення і вирішення небажаних взаємодій при децентралізованій стратегії управління колективом агентів стає значно важчим порівняно з централізованим підходом.

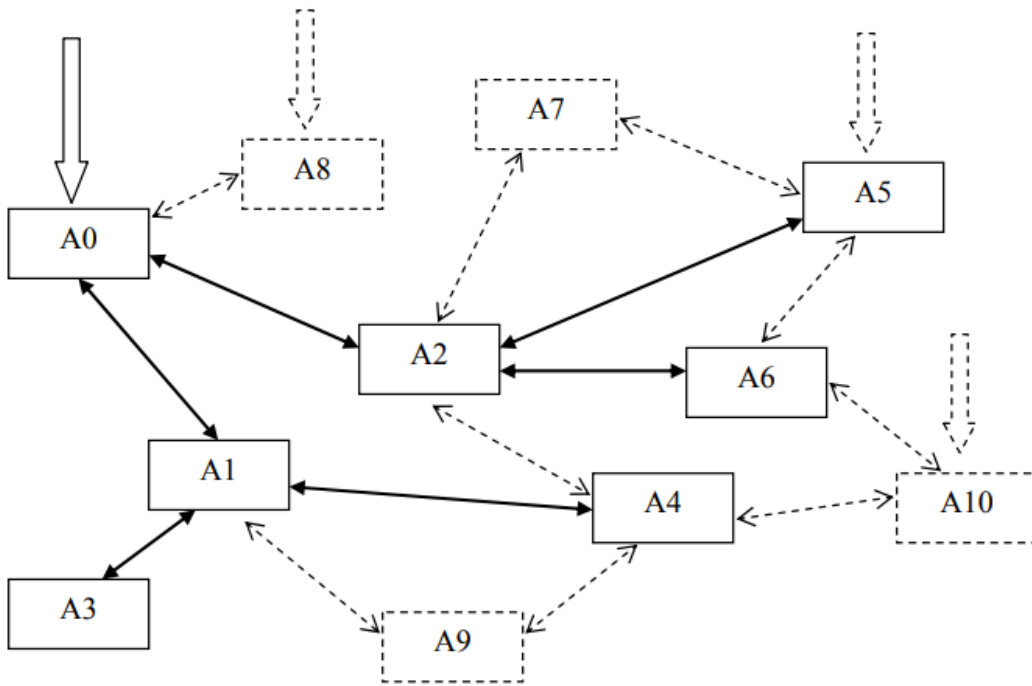


Рис. 4. Децентралізована МАС

Сутність змішаного підходу полягає в деякій комбінації двох розглянутих вище підходів. Тобто перевага у вирішенні завдання характерних особливостей кожного з названих підходів визначається обсягом і повнотою наявного в системі знання про структуру дерева цілей. Наприклад, якщо проблемна область штучної інтелектуальної системи може бути структурована апіорі, то приватні цілі для кожного з агентів і їх зв'язок можуть бути визначені апіорі. При цьому управління агентами носить ієрархічний характер. В процесі досягнення конкретної глобальної мети узагальнена ієрархія агентів конкретизується до конкретного дерева, що реалізує вирішення конкретного завдання (рис. 5).

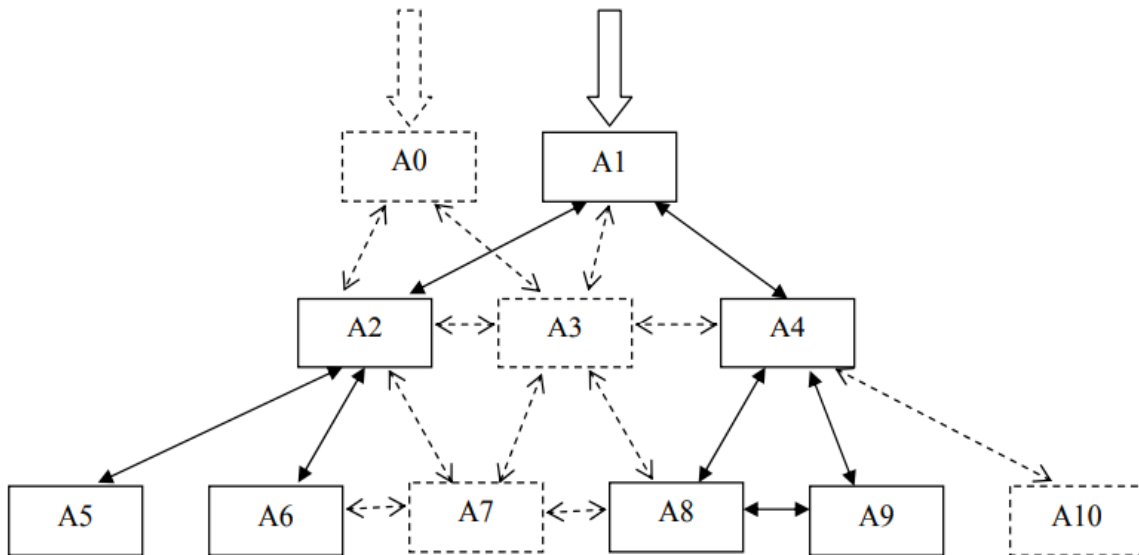


Рис. 5. Розподілена МАС з ієрархічною структурою

В іншому випадку, якщо в формулюванні завдання присутня невизначеність щодо статичної структури оригіналу, але нам відома глибина дерева – неможливо апіорі визначити колектив агентів, необхідний для вирішення завдання, і приватні цілі для кожного агента. Однак, можливо упорядкувати всіх наявних в системі агентів за рівнями абстракції. Це означає, що горизонтальні зв'язки можуть бути встановлені тільки між агентами одного рівня абстракції, а плани нижчого агента повинні бути узгоджені з вищим агентом.

Результатом досягнення конкретної глобальної мети є:

- розподіл на підцілі;
- визначення конкретного колективу;
- структура зв'язків між агентами, яка формується на період вирішення конкретної вихідної задачі;
- власне розв'язок вихідної задачі.

При змішуванні підходів агенти, які виступають в ролі локальних координаторів, повинні бути здатні вирішувати завдання з параметричною і функціонально-структурною невизначеністю. При цьому вихідна задача поставлена перед сукупністю таких агентів-координаторів.

### Висновки

В статті розглянуто питання агентів, їх взаємозв'язків та можливість застосування в комплексі мультиагентного підходу при обслуговуванні автомобілів.

Висвітлено існуючі засоби реалізації інноваційного підходу та обґрунтовано використання мультиагентних систем під час віддаленої діагностики та обслуговування автомобіля.

Проведене аналітичне дослідження, показало різноманітність агентних складових та способів створення на їх базі мультиагентних систем, та дійшли висновку що їх застосування у сфері обслуговування автомобілів більш ніж можливе. На даний час створені майже усі передумови для дистанційного керування автомобілем та контролю за його станом. Тому для автомобілів та структурних складових системи їх обслуговування зведені в МАС стануть найбільш сприятливим кроком в модернізації та удосконаленні існуючої системи технічного обслуговування автомобілів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://m2m-t.ru/solutions/its>.
- [2] Е. А. Ощепкова, *Информационные технологии на автомобильном транспорте*. Кемерово, Россия: КузГТУ, 2012.
- [3] Л. Н. Ясницкий, *Интеллектуальные системы*. Москва: Лаборатория знаний, 2016.
- [4] Тарасов В.Б. *От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология информатика*. Москва, Россия: Эдиториал УРСС, 2002.
- [5] М. И. Дли и Т. В. Какатунова, *Нечеткие когнитивные модели региональных инновационных систем* Москва, Россия: Интеграл, 2011.
- [6] В. М. Павленко і Ю. Ю. Свіріна, «Мультиагентний підхід при побудові системи технічного обслуговування і ремонту автомобіля,» *Новітні технології розвитку автомобільного транспорту*, 2018, с. 187.
- [7] В. Лихтенштейн, В. Коняевский, Г. Росс и В. Лось, *Мультиагентные системы: самоорганизация и развитие*. Москва, Россия: Высшая школа, 2008.
- [8] J.-P. Briot, C. Felicissimo and C. J. de Lucena, «A Norm-Based Approach for the Modeling of Open Multiagent Systems,» in *Int. Conf. on Agents and Artificial Intelligence ICAART*, Porto, 2009, pp. 540-546.

**Волков Владимир Петрович** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, e-mail: [volf-949@ukr.net](mailto:volf-949@ukr.net).

**Павленко В'ячеслав Миколайович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, e-mail: [vp.khadi@gmail.com](mailto:vp.khadi@gmail.com).

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків.

**Кузель Владимир Петрович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com).

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**V. Volkov<sup>1</sup>**  
**V. Pavlenko<sup>1</sup>**  
**V. Kuzhel<sup>2</sup>**

## Research agency approach to vehicle technical control

<sup>1</sup>Kharkiv National Automobile and Highway University

<sup>2</sup>Vinnitsia National Technical University

*The analytical study of the agent approach, as a component of a multiagent system, which distinguishes it from other systems, is performed by the artificial intelligence of agents in order to increase the control of the technical condition of vehicles.*

*Purpose: to investigate the issue of the agent approach that is to use it as an additional or primary control in the maintenance of cars.*

*Today, with the already existing advances in the fields of IT technologies, mathematics, cybernetics, artificial intelligence and their interaction, there is little time to create a system that will change the concept of the car service system of the future,*

which will take the automotive industry to a new level. In such technologies, the principle of autonomy of individual parts, co-operating in a distributed system, where many processes take place simultaneously, is laid down.

Ultimately, it is concluded that the diversity of agent components and methods of creating multi-agent systems based on them and their application in the field of vehicle maintenance is a relevant topic. As a result of the performed analysis, it was found that for vehicles and structural components of their maintenance system, the reduction in the MAC will be the most favorable step in the modernization and improvement of the existing car maintenance system.

Agent control of the technical condition of vehicles will allow to optimize the technical maintenance of vehicles, reduce the waiting time for the maintenance of the vehicle, prevent the occurrence of new faults that may occur on the road and ensure compliance with environmental standards. The agent has the ability to fully function without interfering with anyone from the outside and to control the internal state and their actions. Unlike some adaptive systems, the agent has the ability to learn and reason. Therefore, during changes in the environment, it will be able to supplement its basic knowledge, which will help in the future to better find solutions to problems and will have more alternatives if one of them does not work.

**Key words:** car, agent, system, approach, element, service, multiagent system.

**Volkov Volodimir** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technical operation and Service of cars, e-mail: [volf-949@ukr.net](mailto:volf-949@ukr.net).

**Pavlenko Viacheslav** – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Department Technical maintenance and service of vehicles, e-mail: [vp.khadi@gmail.com](mailto:vp.khadi@gmail.com).

**Kuzhel Volodimir** – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Automobiles and transport management department, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com).

**В. П. Волков<sup>1</sup>**  
**В. Н. Павленко<sup>1</sup>**  
**В. П. Кузель<sup>2</sup>**

## **Исследование агентного подхода контроля технического состояния транспортных средств**

<sup>1</sup>Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,

<sup>2</sup>Винницкий национальный технический университет

В статье проведено аналитическое исследование агентного подхода как составного элемента мультиагентной системы, которая отличает ее от других систем искусственным интеллектом агентов, с целью повышения контроля технического состояния транспортных средств.

Целью работы является исследование вопроса агентного подхода к использованию его в качестве дополнительного или основного контроля при техническом обслуживании легковых автомобилей.

На сегодня, при уже существующих достижениях в сферах IT, математики, кибернетики, искусственного интеллекта и при их взаимодействии остается немного времени к созданию системы, которая изменит представление о системе обслуживания автомобиля будущего и поставит автомобильную отрасль на новый уровень. В таких технологиях заложен принцип автономности отдельных частей, совместно функционирующих в распределенной системе, где одновременно протекает множество процессов.

В конечном итоге сделан вывод, что разнообразие агентных составляющих и способов создания на их базе мультиагентных систем и их применение в сфере обслуживания автомобилей является актуальной темой. В результате выполненного анализа обнаружили, что для автомобилей и структурных составляющих системы их обслуживания, возведения в MAC станут наиболее благоприятным шагом в модернизации и совершенствовании существующей системы технического обслуживания автомобилей.

Агентный контроль технического состояния транспортных средств позволит оптимизировать техническое регламентное обслуживание автомобилей, сократить время ожидания обслуживания транспортного средства, предотвратить возникновение новых неисправностей, которые могут возникнуть на дороге и обеспечить выполнение экологических норм. Агент обладает способностью полностью функционировать без вмешательства кого-либо из снаружи и осуществлять контроль внутреннего состояния и своих действий. В отличие от некоторых адаптивных систем у агента есть способность к обучению и размышлению. Поэтому во время изменений во внешней среде он сможет пополнять свои базовые знания, что даст возможность в дальнейшем более качественно находить решения для проблем и иметь больше альтернативных вариантов, если один из них не работает.

**Ключевые слова:** автомобиль, агент, система, подход, элемент, обслуживание, мультиагентная система.

**Волков Владимир Петрович** – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, e-mail: [volf-949@ukr.net](mailto:volf-949@ukr.net).

**Павленко Вячеслав Николаевич** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, e-mail: [vp.khadi@gmail.com](mailto:vp.khadi@gmail.com).

**Кузель Владимир Петрович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобилей и транспортного менеджмента, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com).