

УДК 658.512

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2021.92.1.92

## МОДЕЛЬ ВИБОРУ СЕРВЕРА СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ БУДІВЕЛЬНО-ДОРОЖНЬОЇ ТЕХНІКИ

Нефьодов Л.І., Кононихін О.С., Згонник О.Ю.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Анотація.** Розроблена модель вибору сервера системи супутникового моніторингу стану будівельно-дорожньої техніки, яка дозволить приймати ефективні науково-обґрунтовані рішення в умовах багатокритеріальності та невизначеності вихідних даних. Дозволить підвищити оперативність і достовірність системи супутникового моніторингу на основі даних, що збирають на ньому.

**Ключові слова:** супутниковий моніторинг, нечіткі дані, точки контролю, показники, сервер.

### Вступ

Моніторинг будівельно-дорожньої техніки на сьогодні є поширеним видом контролю транспорту та стану транспортного засобу, маршруту, витрати палива, використання обладнання, режимів роботи та ін. Завдяки супутниковому моніторингу з'являється можливість швидкого вирішення низки найважливіших завдань. Сучасне підприємство з транспортними засобами і дорожньо-будівельною технікою не може обійтися без подібної системи. Різні засоби моніторингу транспортних засобів допоможуть не тільки відстежити місцезнаходження транспортного засобу, але й з'ясувати його поточний стан, а також роботу і стан обладнання, яке на ньому є. Ця система дозволяє вирішувати такі завдання [1–3].

1. Ефективне використання будівельно-дорожніх машин за рахунок виключення нецільових рейсів.

2. Контроль витрати палива та припинення всіх можливих зловживань і махінацій.

3. Оперативна координація роботи техніки і робочих.

4. Збільшення терміну експлуатації техніки за рахунок забезпечення тільки цільового використання в номінальних режимах.

5. Вибір типів і видів будівельно-дорожньої техніки та їхньої кількості в компанії.

6. Моніторинг режимів роботи обладнання будівельно-дорожніх машин.

7. Підвищення дисципліни роботи й техніки безпеки.

8. Контроль місця розташування, роботи й стану техніки [4].

Отже, формується значний обсяг даних, які необхідно зберігати й аналізувати для формування більш точних управлінських рі-

шень. Для вирішення зазначеного завдання необхідно вибрати сервер. Критерії вибору сервера є не тільки кількісними, але також і якісними [5].

Наявні на сьогодні моделі вибору сервера системи супутникового моніторингу не дозволяють вирішувати комплексно завдання оцінки кількісних і якісних критеріїв одночасно. Тому для вирішення цього завдання пропонується використовувати математичний апарат нечітких множин [6–10].

### Аналіз публікацій

Значний внесок у розвиток теорії та практики систем супутникового моніторингу здійснили вчені Мохаммед Баккер, Мунік А., Чепур А, Нефьодов Л.І. та ін. [1–6, 8–10].

### Мета і постановка завдання

Мета статті підвищити оперативність і достовірність контролю стану дорожньо-будівельної техніки за рахунок розробки моделі вибору сервера системи супутникового моніторингу стану будівельно-дорожньої техніки.

Нехай відомо: безліч типів і видів серверів  $S = \{S_{hq}\}$ ,  $h = \overline{1, h'}$ ,  $q = \overline{1, q^h}$ , де  $h'$  – кількість типів серверів,  $q^h$  – кількість видів серверів.

Отже, необхідно обрати з множини серверів  $S = \{S_{hq}\}$ ,  $h = \overline{1, h'}$ ,  $q = \overline{1, q^h}$  ті, що забезпечать виконання всіх функцій системи супутникового моніторингу та відповідати заданим критеріям.

Завдання полягає у виборі кращого типу і виду сервера з урахуванням заданих критері-

їв: надійність сервера, функціональність, вартість тощо.

### Модель вибору сервера системи супутникового моніторингу стану будівельно-дорожньої техніки

Введемо змінну  $X_{hq} \in \{0;1\}$ , де  $X_{hq} = 1$  – якщо обрано сервер  $h$ -го типу,  $q$ -го виду для системи супутникового моніторингу,  $X_{hq} = 0$  – в іншому випадку.

Часткові критерії оптимізації:

– мінімальна інтенсивність відмов сервера:

$$H_S = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q^h} H_{hq} X_{hq}, \quad (1)$$

де  $H_{hq}$  – інтервальна оцінка інтенсивності відмов сервера  $h$ -го типу,  $q$ -го виду;

– максимальне значення напрацювання на відмову сервера за заданий час:

$$T_S = \max \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q^h} T_{hq} X_{hq}, \quad (2)$$

де  $T_{hq}$  – інтервальна оцінка значення напрацювання на відмову сервера  $h$ -го типу,  $q$ -го виду;

– мінімальне значення коефіцієнта готовності сервера:

$$A_S = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q^h} A_{hq} X_{hq}, \quad (3)$$

де  $A_{hq}$  – інтервальна оцінка значення коефіцієнта готовності сервера  $h$ -го типу,  $q$ -го виду;

– мінімальна вартість сервера

$$C_S = \min \sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q^h} C_{hq} X_{hq}, \quad (4)$$

де  $C_{hq}$  – інтервальна оцінка вартості сервера  $h$ -го типу,  $q$ -го виду.

Область допустимих рішень визначається обмеженнями:

– інтенсивність відмов кожного сервера має бути не більшою, ніж задана  $H_S^0$

$$\begin{aligned} H_{hq} X_{hq} &\leq H_S^0; \\ h &= \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \end{aligned} \quad (5)$$

– значення напрацювання на відмову серверо за заданий час повинне бути не меншим, ніж заданий  $T_S^0$

$$\begin{aligned} T_{hq} X_{hq} &\geq T_S^0; \\ h &= \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \end{aligned} \quad (6)$$

– значення коефіцієнта готовності сервера має бути не більшим від заданого  $A_S^0$

$$\begin{aligned} A_{hq} X_{hq} &\leq A_S^0; \\ h &= \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \end{aligned} \quad (7)$$

– кількість ядер процесора сервера має бути не меншою за  $B_S^0$

$$\begin{aligned} B_{hq} X_{hq} &\geq B_S^0; \\ h &= \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \end{aligned} \quad (8)$$

$B_{hq}$  – кількість ядер процесора сервера  $h$ -го типу,  $q$ -го виду;

– тактова частота процесора сервера повинна бути не меншою за задану  $D_S^0$

$$\begin{aligned} D_{hq} X_{hq} &\geq D_S^0; \\ h &= \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \end{aligned} \quad (8)$$

$D_{hq}$  – тактова частота процесора сервера  $h$ -го типу,  $q$ -го виду;

– обсяг оперативної пам'яті сервера має бути не меншим, ніж заданий  $G_S^0$

$$\begin{aligned} G_{hq} X_{hq} &\geq G_S^0; \\ h &= \overline{1, h'}; q = \overline{1, q^h}; \end{aligned} \quad (9)$$

$G_{hq}$  – обсяг оперативної пам'яті сервера  $h$ -го типу,  $q$ -го виду;

– кількість виконуваних функцій сервером повинна бути не меншою, ніж задана  $F_S^0$

$$F_{hq} X_{hq} \geq F_S^0 ;$$

$$h = \overline{1, h'} ; q = \overline{1, q^h} ; \quad (10)$$

$F_{hq}$  – кількість виконуваних функцій сервером  $h$ -го типу,  $q$ -го виду;

– вартість сервера має бути не більшою за  $C_S^0$

$$\sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q^h} C_{hq} X_{hq} \leq C_S^0 . \quad (11)$$

– з усіх серверів може бути обраний лише одного типу та виду сервер

$$\sum_{h=1}^{h'} \sum_{q=1}^{q^h} X_{hq} = 1 . \quad (12)$$

Математична модель (1)–(12) належить до завдань лінійного дискретного програмування з булевими змінними за багатьма критеріями. Для її вирішення використовують методи багатокритеріальної дискретної оптимізації [6–8].

### Структурна модель організації системи супутникового моніторингу стану

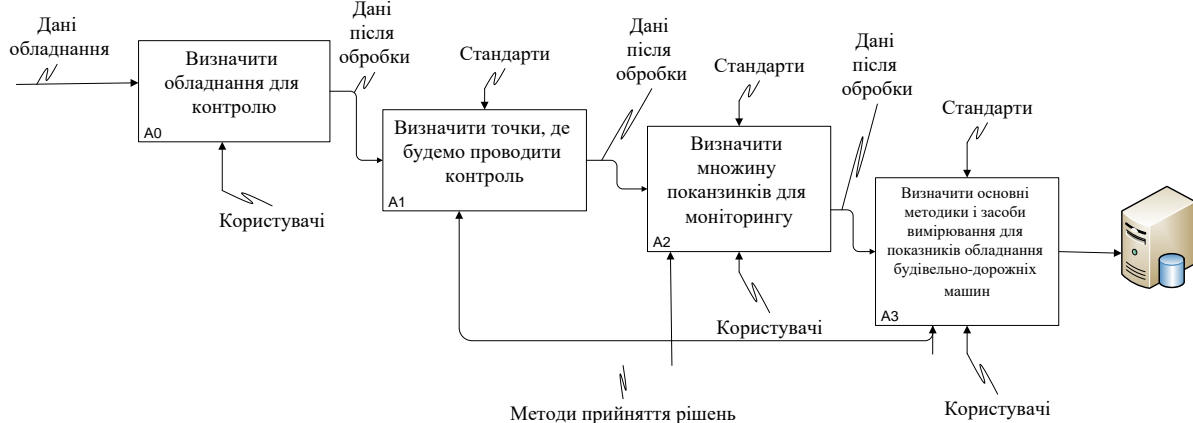


Рис. 1. Структурна модель організації системи супутникового моніторингу стану будівельно-дорожньої техніки

### Висновки

Отже, розроблена модель вибору сервера системи супутникового моніторингу стану будівельно-дорожньої техніки, яка, на відміну від відомих, враховує нечітку інформацію, що дозволяє приймати ефективні науково-обґрунтовані рішення в умовах багатокритеріальності й невизначеності вихідних даних. Також розроблена структурна модель

### будівельно-дорожньої техніки

У процесі організації системи супутникового моніторингу необхідно вирішити такі завдання:

а) визначити засоби будівельно-дорожньої техніки й устаткування на ній;

а) вибрати точки контролю, у яких буде проводитися моніторинг показників;

б) визначити показники, що вимірюються під час моніторингу, та одиниці виміру для контрольованого обладнання;

в) вибрати основні методики і засоби вимірювання для показників обладнання будівельно-дорожніх машин.

На рис. 1 наведена структурна модель організації системи супутникового моніторингу стану будівельно-дорожньої техніки.

Організація супутникового моніторингу дорожньо-будівельних машин здійснюється для отримання оперативної та систематичної інформації про стан і дії, які виконуються з ним, насамперед для забезпечення економічної безпеки використання ресурсів компанії, техногенної безпеки найбільш контрольованих об'єктів, з пріоритетом питань безпеки та комфортності умов роботи персоналу, який працює на них.

організації системи супутникового моніторингу стану будівельно-дорожньої техніки. Це дозволить підвищити оперативність і достовірність системи супутникового моніторингу на основі даних, що збирають на ньому.

### Література

1. Mohammed Baqer M. Kamel Real-Time GPS/GPRS Based Vehicle Tracking System. International Journal Of Engineering And Computer Science, Vol. 4 Iss. 8 Aug 2015, P. 13648–13652.

2. Arunthavanathan Rajeevan, Navod K Payagala. Vehicle monitoring controlling and tracking system by using android application. *International Journal of Technical Research and Applications* Vol. 4, Iss. 1 (January–February, 2016). P. 114–119.
3. Bharati Wukkadada, Allan Fernandes. Vehicle Tracking System using GSM and GPS Technologies. 3rd Somaiya International conference on Technology and Information Management (SICTIM'17). P. 6–8.
4. Mounika A., Anitha Chepuru. IOT Based Vehicle Tracking and Monitoring System Using GPS and GSM. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. Volume-8, Issue-2S11, September 2019. P. 2399–2403.
5. Mangla N., Sushma K., Kumble L. IPB-Implementation of Parallel Mining for Big Data. *Indian Journal of Science and Technology*, 2016. P. 244–253.
6. *Industrial Applications of Fuzzy Control* / Ed, by M. Sugeno. Amsterdam: North-Holland Publ. Comp., 1985. 270 p.
7. Zimmermann H.-J. *Fuzzy Sets, Decision-Making and Expert Systems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 1987. 352 p.
8. *Approximate Reasoning in Expert Systems*/Ed, by M. M. Gupta et al. Amsterdam: North-Holland Publ. Corp., 2005. 286 p.
9. Нефёдов Л.И., Кононыхин А.С., Марченко В.В. Модели выбора технических средств системы спутникового мониторинга транспорта в условиях интервальной неопределенности. *Технология приборостроения*. 2015. № 1. С. 11–14.
10. Модель выбора сервера распределенного офиса в условиях нечеткой информации / Л.И. Нефёдов, А.С. Кононыхин, Д.А. Маркозов, Д.В. Данчук. *Технология приборостроения*. 2018. № 2. С. 42–44.
11. *Indian Journal of Science and Technology* [2016].
6. Sugeno M. *Industrial Applications of Fuzzy* Amsterdam: North-Holland Publ. Comp., [1985].
7. Zimmermann H.-J. *Fuzzy Sets, Decision-Making and Expert Systems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publ. [1987].
8. *Approximate Reasoning in Expert Systems*/Ed, by M. M. Gupta et al. Amsterdam: North-Holland Publ. Corp. [2005].
9. Nefiodov L.Y., Kononykhin A.S., Marchenko V.V. (2015) Modeli vybora tekhnicheskikh sredstv systemy sputnykovogo monytorynha transporta v uslovyakh intervalnoi neopredelennosti [Models for the choice of technical means of a satellite transport monitoring system in conditions of interval uncertainty] *Tekhnolohiia pryborostroeniia* [in Russian].
10. Nefiodov L.Y., Kononykhin A.S., Markozov D.A., Danchuk D.V. (2018) Model vybora servera raspredelennoho ofisa v uslovyakh nechetkoi informatsii [in Russian].
11. Model' vybora servera raspredelennoho ofisa v usloviyakh nechetkoy informatsii. Distributed office server selection model in conditions of fuzzy information] *Tekhnolohiia pryborostroeniia* [in Russian].

Нефёдов Леонід Іванович, д.т.н, професор,  
nefedovli@gmail.com,

Кононихін Олександр Сергійович, к.т.н, доцент,  
makonon@i.ua,

Згонник Олександр Юрійович, студент,  
al\_zgon@i.ua,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

#### MODEL OF SERVER SELECTION OF SATELLITE MONITORING SYSTEM OF THE CONSTRUCTION AND ROAD-BUILDING MACHINERY

**Abstract.** A modern enterprise with construction and road-building machinery cannot exist without such a system. Various means of vehicle monitoring will help not only to track the vehicle location but also to find out its current condition, as well as the operation and equipment condition. A large amount of data creates to be stored and analyzed to formulate more accurate management decisions (**problem**). To solve this, you need to select a server. Server selection criteria are not only quantitative but also qualitative. Currently, the existing models of server selection of the satellite monitoring system do not allow to solve a complex problem of quantitative and qualitative criteria evaluation at the same time. Therefore, to solve this problem, it is proposed to use the mathematical models of fuzzy sets (**methodology**). The **goal** of the article is to increase the efficiency and reliability of state monitoring of road-building equipment by developing a choosing model of a

#### References

1. Mohammed Baqer M. Kamel (2015) Real-Time GPS/GPRS Based Vehicle Tracking System *International Journal Of Engineering And Computer Science* [2015].
2. Arunthavanathan Rajeevan (2016) Vehicle monitoring controlling and tracking system by using android application *International Journal Of Engineering And Computer Science* [2016].
3. Bharati Wukkadada, Allan Fernandes (2017) System using GSM and GPS Technologies *3rd Somaiya International conference on Technology and Information Management (SICTIM'17)*.
4. Mounika A., Chepuru Anitha (2019) IOT Based Vehicle Tracking and Monitoring System Using GPS and GSM *International Journal of Recent Technology and Engineering*.
5. Mangla N., Sushma K., Kumble L. IPB-Implementation of Parallel Mining for Big Data /

server for a satellite monitoring system of the road-building equipment state. The task is to choose the best type and type of server that is taking into account the specified criteria: server reliability, functionality, cost, etc. As a **result** model of server selection of satellite monitoring of construction and road-building machinery condition was developed. The **practical** aspect is the possibility to take into account fuzzy information to make effective scientifically-informed decisions in terms of uncertainty multi-criteria and output data. A structural model of the organization of the satellite monitoring system developed. That will increase the efficiency and reliability of the satellite monitoring system based on the data collection. During the organization of the satellite system means of construction and road-building machinery and its equipment are determined; control points selection where indicators monitored; the methods and units of measurement for the controlled equipment measured at monitoring are defined; choose the method and means of measurement for the performance of construction and road-building machinery. The organization of satellite monitoring of construction and road-building machinery is carried out to obtain operational and systematic information about the condition and actions performed on its equipment, primarily to ensure economic security of the company's resources, man-made safety of controlled (**originality**).

**Key words:** satellite monitoring, fuzzy information, control points, indicators, server.

**Nefedov Leonid**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, nefedovli@gmail.com,

**Kononykhin Aleksandr**, Phd, Associate Professor, makonon@i.ua,

**Zgonnik Aleksandr**, student, al\_zgon@i.ua, Kharkiv national automobile and highway university

### **Модель выбора сервера системы спутникового мониторинга состояния строительного дорожной техники**

**Аннотация.** Современное предприятие с транспортными средствами и дорожно-строительной техникой просто не может обойтись без подобной системы. Различные средства мониторинга транспортных средств помогут не только отследить местонахождение транспортного средства, но и выяснить его текущее состояние, а также работу и состояние оборудования, которое на нем есть. Формируется большой объем данных, которые необходимо хранить и анализировать для формирования более точных управленческих решений. Для решения данной задачи необходимо выбрать сервер. Критерии выбора сервера являются не только количественными, но также и качественными. В настоящее время существующие модели выбора сервера системы

спутникового мониторинга не позволяют решать комплексно задачу оценки количественных и качественных критериев одновременно. Поэтому для решения данной задачи предлагается использовать математический аппарат нечетких множеств. Цель статьи – повысить оперативность и достоверность контроля состояния дорожно-строительной техники за счет разработки модели выбора сервера системы спутникового мониторинга состояния строительного дорожной техники. Задача состоит в выборе лучшего типа и вида сервера с учетом заданных критериев: надежность сервера, функциональность, стоимость и т.д. Разработанная модель выбора сервера системы спутникового мониторинга состояния строительного дорожной техники, которая в отличие от известных учитывает нечеткую информацию, что позволяет принимать эффективные научно-обоснованные решения в условиях многокритериальности и неопределенности исходных данных. Также разработана структурная модель организации системы спутникового мониторинга. Это даст возможность повысить оперативность и достоверность системы спутникового мониторинга на основе данных, собираемых на нем. В ходе организации системы спутникового мониторинга необходимо решить следующие задачи: определить средства строительного дорожной техники и оборудования на нем; выбрать точки контроля, в которых будет производиться мониторинг показателей; определить измеряемые при мониторинге показатели и единицы измерения для контролируемого оборудования; выбрать основные методики и средства измерения для показателей оборудования строительного дорожных машин. Организация спутникового мониторинга дорожно-строительных машин осуществляется с целью получения оперативной и систематической информации о состоянии и действиях, которые производятся с ним, прежде всего для обеспечения экономической безопасности использования ресурсов компании, технологической безопасности самих контролируемых объектов, с приоритетом вопросов безопасности и комфортности условий труда работающего на них персонала.

**Ключевые слова:** спутниковый мониторинг, нечеткие данные, точки контроля, показатели, сервер.

**Нефёдов Леонид Иванович**, д.т.н., профессор, nefedovli@gmail.com,

**Кононыхин Александр Сергеевич**, к.т.н., доцент, makonon@i.ua,

**Згонник Александр Юриевич**, студент, al\_zgon@i.ua, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет