

УДК 65

DOI:10.30838/J.BPSACEA.2312.261119.55.590

МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

САКНО О. П.^{1*}, к. т. н., доц.,
КОЛЕСНИКОВА Т. М.², к. т. н., доц.,
ОЛЛО В. П.³, к. пед. н.

^{1*} Кафедра експлуатації та ремонту машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 295-51-16, e-mail: sakno-olga@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4672-6651

² Кафедра експлуатації та ремонту машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 225-52-53, e-mail: tnk1403@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8568-4688

³ Кафедра продовольчого та речового забезпечення, Військова академія, вул. Фонтанская дорога, 10, 65009, Одеса, Україна, тел. +38 (099) 053-71-93, e-mail: ollovp@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1799-2299

Анотація. Постановка проблеми. Сучасна математика дозволяє розв'язувати задачі, пов'язані з суб'єктивним сприйняттям, неоднозначною оцінкою обстановки людини і прийняттям рішень у нечітких умовах. Теорія нечітких множин дозволяє оперувати математично нечітким поданням понять, що мають якісні і суб'єктивні характеристики. На відміну від традиційної математики, що вимагає на кожному кроці моделювання точних і однозначних формулювань закономірностей, нечітка логіка стоїть на зовсім іншому рівні мислення, завдяки якому в процесі моделювання потрібно визначити лише мінімальний набір закономірностей. Тому актуальність досліджень пов'язана з необхідністю використовувати сучасні математичні моделі, що відображають нечіткий характер взаємодії автомобіля в системі технічного обслуговування і ремонту (ТОіР). **Мета дослідження** – оптимально розподілити автомобілі між постами зони ТОіР відповідно до принципу поєднання можливості постів зони і рівнем технічного стану автомобіля, комплексно врахувати оснащення постів зони ТОіР, а також знизити простої автомобіля в зоні ТОіР. **Висновок.** Завдяки математичним методам теорії нечітких множин керівник підприємства може моделювати ситуацію та оптимально розподіляти автомобілі між постами зони ТОіР відповідно до принципу поєднання можливості і бажаності, комплексно враховувати оснащення постів зони ТОіР та рівень технічного стану автомобіля, а також знижувати простої автомобіля в зоні ТОіР.

Ключові слова: технічні впливи; технічне обслуговування; автомобіль; математична модель; нечітка логіка; технічний стан

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

САКНО О. П.^{1*}, к. т. н., доц.,
КОЛЕСНИКОВА Т. Н.², к. т. н., доц.,
ОЛЛО В. П.³, к. пед. н.

^{1*} Кафедра эксплуатации и ремонта машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (050) 295-51-16, e-mail: sakno-olga@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4672-6651

² Кафедра эксплуатации и ремонта машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (095) 225-52-53, e-mail: tnk1403@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8568-4688

³ Кафедра продовольственного и вещевого обеспечения, Военная академия, ул. Фонтанская дорога, 10, 65009, Одесса, Украина, тел. +38 (099) 053-71-93, e-mail: ollovp@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1799-2299

Аннотация. Постановка проблемы. Современная математика позволяет решать задачи, связанные с субъективным восприятием, неоднозначной оценкой обстановки человека и принятием решений в нечетких

умовлях. Теорія нечітких множин дозволяє оперувати математически нечітким представленням понять, існуючих якісвенніе і суб'єктивніе характерістїкї. В одлічїе од традїцїонної математїкї, трїбующої на кождом шагї моделїрування точнїх і однозначнїх формулювочок закономірностей, нечітка логїка стоїт на совїршенно другом уровнї мїшлення, блagodаря которму в процесїе моделїрування нудно одределїтї лїшь мїнїмальнїй набор закономірностей. Поэтому актуальность ісследований звязана с необходїмостью ісползовать современные математїескїе моделї, отражающїе нечіткїй характер взаїмодїевствїя автотобїля в сїстемїе технїеского облужїванїя і рїмонта (ТОиР). **Цель ісследования** – оптимально распрїделїтї автотобїля мїжду постами зоны ТОиР в соотвїтствїи с прїнципом сочїтания возмозжности постов зоны і уровнем технїеского состоянїя автотобїля, комплексно учїть оснащїенїе постов зоны ТОиР, а также снїзїть простой автотобїля в зоне ТОиР. **Вывод.** Блagodаря математїескїм методам теорїи нечітких множин руководїтель прїдпрїятїя мोजет моделїровать сїтуацию і оптимально распрїделїть автотобїля мїжду постами зоны ТОиР в соотвїтствїи с прїнципом сочїтания возмозжности і желаемостї, комплексно учїтывать оснащїенїе постов зоны ТОиР і уровень технїеского состоянїя автотобїля, а также снїзятї простой автотобїля в зоне ТОиР.

Ключевые слова: *технїескїе воздеїствїя; технїеское облужїванїе; автотобїль; математїеская модель; нечітка логїка; технїеское состоянїе*

MODELING OF DECISION-MAKING IN THE MAINTENANCE SYSTEM OF VEHICLE BASED ON MATHEMATICAL METHODS OF THE THEORY OF FUZZY SETS

SAKNO O.P.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
KOLESNIKOVA T.M.², *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
OLLO V.P.³, *Cand. Sc. (Pedag.)*

^{1*} Department of Operation and Repair of Machines, State Higher Educational Institution “Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 295-51-16, e-mail: sakno-olga@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4672-6651

² Department of Operation and Repair of Machines, State Higher Educational Institution “Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (095) 225-52-53, e-mail: tnk1403@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8568-4688

³ Department of Food and Supplies, Military Academy, 10, Fontanskaya Road St., 65009, Odesa, Ukraine, tel. +38 (099) 053-71-93, e-mail: ollopv@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1799-2299

Abstract. Problem statement. Modern mathematics allows to solve the problems associated with subjective perception, an ambiguous assessment of the human environment and decision-making in fuzzy conditions. The theory of fuzzy sets allows to operate with a mathematically fuzzy representation of concepts that have qualitative and subjective characteristics. Unlike traditional mathematics, which requires precise and unambiguous formulations of laws at each step of modeling, fuzzy logic is at a completely different level of thinking, due to which only a minimal set of laws should be determined in the modeling process. Therefore, the relevance of research is associated with the need to use modern mathematical models that reflect the fuzzy nature of the interaction of a vehicle in the maintenance system. **Purpose.** It is optimal to distribute vehicles between the control posts of the maintenance and repair zone in accordance with the principle of combining the possibility of the posts of the zone and the level of the technical condition of a vehicle, comprehensively take into account the equipment of the posts in the maintenance and repair zone, as well as reduce vehicle downtime in the maintenance and repair zone. **Conclusion.** Because of the mathematical methods of the theory of fuzzy sets, a plant manager can model and optimally distribute vehicles between the posts of the maintenance and repair zone in accordance with the principle of combining capabilities and desirability, comprehensively take into account the equipment of the posts in the maintenance and repair zone and the technical condition of a vehicle, as well as reduce a scheduled downtime vehicle in the maintenance and repair zone.

Keywords: *technical influences; maintenance; vehicle; mathematical model; fuzzy logic; technical condition*

Постановка проблеми. Сучасна математїка дозволїє розв'язувати задачї, пов'язанї із суб'єктивнїм спрїянїтїям, неоднозначною оцїнкою обстановкї людинї і прїянїтїям рїшень у нечіткїх умовх.

Адже бїльшїсть категорїй, якїми оперувать люди в реального життї, не вїмїрюютьсї чїтко. Вони звучать як «блїжче – далї», «швїдше – повільнїше», «подобаєтсїя – не подобаєтсїя».

Як показує практика, цей підхід можна застосувати для розв'язання найрізноманітніших задач моделювання в різноманітних сферах нашого життя. Він застосовує допущення нечіткого сприйняття привабливості власників автотранспортних засобів (АТЗ), відстані перевезень, якості технічних впливів на АТЗ, значущості правових норм, важливості аргументів. Говорячи формальною мовою, уявлення переваги у вигляді нечіткої безлічі.

Зауважимо, що взагалі всі процеси, які здійснюються або керовані людиною, можна віднести до «нечіткого», «розмитого», «розпливчастого» процесів, оскільки людина, крім здатності міркувати і логічно мислити, має здатність брати до уваги паралельно міркування як загального, так і супутнього характеру.

Проблема об'єднання загального міркування і логічного міркування отримала рішення із появою теорії нечітких множин (fuzzy sets), запропонованої професором університету Берклі (Каліфорнія, США) Л. Заде [1] в 60-ті роки минулого століття.

Теорія нечітких множин дозволила оперувати математично нечітким поданням понять, що мають якісні і суб'єктивні характеристики. На відміну від традиційної математики, що вимагає на кожному кроці моделювання точних і однозначних формулювань закономірностей, нечітка логіка стоїть на зовсім іншому рівні мислення, завдяки якому у процесі моделювання потрібно визначити лише мінімальний набір закономірностей.

У межі, при зростанні точності, нечітка логіка приходить до стандартної. Значення, отримані в результаті нечітких вимірювань, багато в чому аналогічні розподілам теорії ймовірностей, але вільні від властивих останнім недоліків: мала кількість придатних до аналізу функцій розподілу, необхідність їх примусової нормалізації, дотримання вимог адитивності, труднощі обґрунтування адекватності математичної абстракції для опису поведінки фактичних величин.

Порівняно з імовірнісним методом нечіткий метод дозволяє різко скоротити

обсяг вироблених обчислень, що, у свою чергу, викликає збільшення швидкодії нечітких систем.

Аналіз публікацій. Теорія нечітких множин застосовується у виказанні широкого кола практичних завдань у різних галузях науки і практики, таких як: керування різними виробничими процесами, медична діагностика, забезпечення наукових досліджень у хімії та вироблення рекомендацій щодо синтезу сполук, пошук корисних копалин, регулювання дорожнього руху, керування транспортними засобами і складними побутовими приладами, криміналістика, оборонні комплекси, створення баз даних, розроблення комп'ютерних технологій.

Найбільшою мірою в даний час розвиваються дослідження, пов'язані з моделюванням прийняття рішення. Склалися цілі наукові школи, основою яких послужили праці Л. Заде, Р. Беллмана, М. Герца, Д. Дюбуа і Х. Прада, Р. Ягер, Х. Циммермана та ін. Література, присвячена нечітким множинам, налічує тисячі найменувань. Математичні моделі, що відображають нечіткий характер взаємодії різних суб'єктів у техніці, економіці, дозволяють виконувати подібними методами завдання вивчення потенційних партнерів на основі взаємодії за договорами консигнації, обчислення перспективного асортименту оптового підприємства [2], моделювання складських операцій, ціноутворення [3], оптимізації транспортних перевезень, вексельних схем [4], узгодженості експертних оцінок у процесі кодифікації і консолідації Законодавства [5] тощо.

Мета статті – оптимально розподілити АТЗ між постами зони технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) відповідно до принципу поєднання можливості і бажаності, комплексно врахувати оснащення постів зони ТОіР та рівень технічного стану АТЗ, а також знизити простої АТЗ в зоні ТОіР. Актуальність досліджень пов'язана з необхідністю узагальнити сучасні математичні моделі, що

відображають нечіткий характер взаємодії різних суб'єктів у техніці.

Виклад матеріалу. Розглянемо за допомогою нечіткої моделі, як може бути розв'язана задача розподілу АТЗ у виробничому комплексі ТОВіР. Очевидно, що, розподіляючи АТЗ, керівник приймає рішення, суб'єктивно можливості і здатності кожного поста зони ТОВіР, ступінь його оснащення, рівень технології ТОВіР, рівень кваліфікації робітника зони ТОВіР, завантаженість поста в даний момент часу, рівень технічного стану АТЗ і ін.

Технічний стан (ТС) АТЗ – стан, який характеризується в певний момент часу, за певних умов зовнішнього середовища значеннями параметрів, установлених технічною документацією на АТЗ.

Дано:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – безліч АТЗ, що надходять у певний виробничий комплекс ТОВіР;

$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$ – безліч ознак, що характеризують рівень ТС АТЗ;

$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}$ – безліч постів зони ТОВіР виробничого комплексу.

Потрібно розподілити всі АТЗ серед постів зони ТОВіР оптимальним чином, тобто для кожного поста z_j сформувані безліч

АТЗ $M'_j = \{x_i\}$, так, щоб виконувалися умови:

$$\bigcup_j M'_j = X \text{ та } \bigcap_j M'_j = \emptyset.$$

У загальному випадку для кожної групи АТЗ доцільно підбирати свій унікальний набір ознак, але для простоти обчислень ми обмежимося лише декількома, найбільш загальними. Очевидно, що кожному конкретному АТЗ та чи інша ознака буде притаманна деякою мірою. Розглянемо такі ознаки. Ознака «рівень технічного стану АТЗ». При побіжному знайомстві з АТЗ експерту (в нашому випадку – механіку) легко визначити, який з розглянутих АТЗ затягнеться надовго технічними впливами, а який буде виконано в короткі терміни. Це дозволяє йому дати експертну оцінку

значення функції приналежності конкретного АТЗ безлічі тривалих робіт: якщо АТЗ свідомо потребує великою тривалості технологічного процесу, то значення функції приналежності буде близьким до 0; якщо ж робота поста ТОВіР, як видно, буде короткою, то значення функції приналежності виявиться близьким до 1.

Неважко також помітити, що не для всіх постів зони ТОВіР кожна ознака – важлива (приваблива) рівною мірою. Наприклад, для поста зони ТОВіР, що має незначне обладнання, вкрай важливою повинна бути ознака «технологічна простота», оскільки зі складним процесом ТОВіР навряд чи зможе впоратися. АТЗ чітко поділяються за категоріями: прямий параметр ТС – структурний параметр, що безпосередньо характеризує ТС АТЗ (знос, зазор у з'єднанні, люфт та ін.); непрямий параметр – параметр АТЗ, що побічно характеризує його ТС (тиск мастила, вміст СО у відпрацьованих газах, шум під час роботи двигуна, вібрація, температура робочих агрегатів тощо).

Однак, відповідно до розглянутих обставин, багато АТЗ, що особливо потребують складної роботи ТОВіР, несуть у собі нечіткі риси двох і навіть усіх трьох цих категорій.

Отже, на початковому етапі механік проводить експертну оцінку (діагностику), яка дозволяє отримати формалізовану умову задачі.

Нехай $r : X \times Y \rightarrow [0,1]$ – функція приналежності нечіткого бінарного відношення R , задається за допомогою експерта-діагноста. Ця функція виражає, якою мірою конкретному АТЗ x_i властива ознака y_j . Значення функції по конкретному x_i запишемо в рядок (вийде рядок з p елементів), розташуємо ці рядки один під одним (усього таких рядків n штук. Отримуємо уявлення відношення R в матричній формі:

$$R = \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} \begin{bmatrix} r(x_1, y_1) & r(x_1, y_2) & \dots & r(x_1, y_p) \\ r(x_2, y_1) & r(x_2, y_2) & \dots & r(x_2, y_p) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r(x_n, y_1) & r(x_n, y_2) & \dots & r(x_n, y_p) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Нехай $s : Y \times Z \rightarrow [0,1]$ – функція приналежності нечіткого бінарного відношення S . Для всіх $y \in Y$ і всіх $z \in Z \cdot s(y, z)$ дорівнює ступеню важливості з ознаки y_i для поста зони ТОіР z_j . У матричній формі це відношення має вигляд:

$$S = \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_p \end{matrix} \begin{bmatrix} s(y_1, z_1) & s(y_1, z_2) & \dots & s(y_1, z_m) \\ s(y_2, z_1) & s(y_2, z_2) & \dots & s(y_2, z_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s(y_p, z_1) & s(y_p, z_2) & \dots & s(y_p, z_m) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Примітка 1: щоб уникнути зайвої плутанини при вирішенні завдання, як y_1 експерту завжди слід вибирати ознаку «рівень технічного стану АТЗ», а як y_2 – «технологічна простота». При цьому зона z_j бажано впорядковувати в безлічі Z спаданням ступеня важливості для них ознаки y_1 , а саме: чим важливіша для поста зони z ця ознака, тобто чим більше $s(y_1, z)$, тим більший його порядковий номер у безлічі Z . Якщо для двох або більше постів зони ТОіР значення функції $s(y_1, z)$ рівні, ці пости зони ТОіР між собою упорядковуються аналогічним чином за ознакою y_2 : чим більше $s(y_2, z)$, тим більший його порядковий номер у безлічі Z .

Рішення.

1. З матриць R і S отримуємо матрицю T :

$$T = \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} \begin{bmatrix} t(x_1, z_1) & t(x_1, z_2) & \dots & t(x_1, z_m) \\ t(x_2, z_1) & t(x_2, z_2) & \dots & t(x_2, z_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t(x_n, z_1) & t(x_n, z_2) & \dots & t(x_n, z_m) \end{bmatrix}, \quad (3)$$

елементи якої обчислюються за формулою:

$$t(x, z_i) = \frac{\sum_y r(x, y) \cdot s(y, z_i)}{\sum_y r(x, y)} \quad (4)$$

для всіх $x \in X, y \in Y, z \in Z$.

Фактично в цій формулі в чисельнику стоїть число, яке вийшло б при знаходженні добутку матриць $R \cdot S$, а в знаменнику – сума елементів відповідного рядка матриці R .

2. Будуємо матрицю попарних мінімумів:

$$L = \begin{bmatrix} \min(t(x_1, z_1), t(x_1, z_2)) & \dots & \min(t(x_1, z_{m-1}), t(x_1, z_m)) \\ \dots & \dots & \dots \\ \min(t(x_n, z_1), t(x_n, z_2)) & \dots & \min(t(x_n, z_{m-1}), t(x_n, z_m)) \end{bmatrix}. \quad (5)$$

3. У кожному стовпці матриці L , отриманої на попередньому кроці, знаходимо максимальний елемент.

4. Із чисел, отриманих на попередньому кроці, знаходимо мінімальне.

5. У матриці T , отриманій нами в п. 1, знаходимо елемент, дещо менший, ніж число, яке ми отримали в п. 4. Позначаємо його буквою l і називаємо граничним числом.

Наші дії з п. 2 по п. 5 можна формально записати в такий спосіб:

$$l \langle \min_{i,j} \max_x (t(x, z_i), t(x, z_j)) \rangle. \quad (6)$$

6. Для кожного АТЗ z_j отримуємо безліч переваг M_j , елементами якого є АТЗ, x_i які можуть бути розподілені між постами зони ТОіР. Розглядаємо по черзі стовпці матриці T . Якщо елемент $t(x_i, z_j)$ більший або дорівнює l , АТЗ x_i входить у безліч M_j .

Таким чином,

$$M_j = \{x \mid t(x) \geq l\}. \quad (7)$$

Зауважимо, що безлічі M_j можуть перетинатися між собою, а їх об'єднання не обов'язково складе все безліч X .

Примітка 2: якщо після виконання п. 6 виявилось, що будь-які АТЗ x_i не ввійшли в жодну із множин переваг M_j , формуємо із цих «непривабливих» АТЗ безліч M_{m+1} .

7. Формуємо безлічі M'_j – безлічі АТЗ, які будуть розподілені на пости ТООР z_j . На момент початку виконання п. 7 усі ці безлічі порожні. Для остаточного розподілу АТЗ керуємося принципом поєднання можливості і бажаності. Для цього вибираємо безліч переваг найменш завантаженого поста ТООР на даний момент АТЗ (відповідно до Примітки 1 це буде пост ТООР z_1). У безлічі переваг M_1 вибираємо такий АТЗ x_1 , який увійшов у нього з найбільшим абсолютним показником, тобто з найбільшим значенням $t(x_1, z_1)$. Цей АТЗ розподіляється посту ТООР z_1 , тобто додається в безліч M'_1 і видаляється з усіх множин M'_j .

Далі ту ж операцію проробляємо з M_2 , і з усіма іншими множинами переваг по колу, поки всі АТЗ не будуть розподілені. Після виконання цього кроку ні в одній парі множин M'_j не знайдеться двох однакових елементів, а безлічі M_j стануть порожніми для всіх $j \leq m_j$. Якщо відповідно до Примітки 2 було сформовано безліч

«непривабливих» робіт ТООР M_{m+1} , доведеться виконати ще один крок, у принципі аналогічний попередньому.

8. У безлічі переваг M_{m+1} вибираємо такий АТЗ x_i , який увійшов у нього з найбільшим абсолютним показником для поста зони ТООР z_1 , тобто з найбільшим значенням $t(x_i, z_1)$. Цей АТЗ розподіляється посту зони ТООР z_1 , тобто додається в безліч M'_1 , і видаляється з безлічі M_{m+1} . Далі ту ж операцію проробляємо з постом z_2 , і з усіма іншими АТЗ по колу, поки безліч M_{m+1} не стане порожнім.

Висновок. Розв'язання задачі, як бачимо, допомагає керівнику підприємства оптимально розподілити АТЗ між постами зони ТООР відповідно до принципу поєднання можливості постів зони і рівнем технічного стану АТЗ, комплексно врахувати оснащення постів зони ТООР та рівень технічного стану АТЗ, а також знизити простої АТЗ в зоні ТООР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Zadeh L. Fuzzy Sets / L. Zadeh // Information & Control. – 1965. – Iss. 8. – Pp. 338–353.
2. Ващекин А. Н. Математическое моделирование коммерческой деятельности оптового торгового предприятия : монография / А. Н. Ващекин. – Москва : МГУК, 2002. – 206 с.
3. Ващекин А. Н. Моделирование и выбор рациональных стратегий коммерческой деятельности предприятий оптовой торговли : монография / А. Н. Ващекин. – Москва : ВЗФЭИ, 2004. – 194 с.
4. Капский Д. В. Разработка модели транспортных потоков на улично-дорожной сети города / Д. В. Капский, Д. В. Навой, П. А. Пегин // Наука и техника. – 2019. – Т. 18. – № 1. – С. 47–54. – Режим доступа : <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-1-47-54>
5. Ostroukh A. V. Development of the information and analytical monitoring system of technological processes of the automobile industry enterprise / A. V. Ostroukh, Yu. Tian // In the World of Scientific Discoveries. – Series B. – 2014. – Vol. 2. – № 1. – Pp. 92–102.

REFERENCES

1. Zadeh L. Fuzzy Sets. Information & Control, 1965, iss. 8, pp. 338–353.
2. Vaschekin A.N. *Matematicheskoe modelirovanie kommercheskoy deyatel'nosti optovogo torgovogo predpriyatiya* [Mathematical modeling of wholesale trade enterprise commercial activity]. Moscow : MGUK, 2002, 206 p. (in Russian).
3. Vaschekin A.N. *Modelirovanie i vyibor ratsionalnyih strategiy kommercheskoy deyatel'nosti predpriyatiy optovoy torgovki* [Modeling and choice of sustainable strategy for wholesale trade enterprise]. Moscow : VZFEI, 2004, 194 p. (in Russian).

4. Kapskiy D.V., Navoi D.V. and Pegin P.A. *Razrabotka modeli transportnyih potokov na ulichno-dorozhnoy seti goroda* [Development of a model of traffic flows on the city road network]. *Nauka i tehnika* [Science and Technique]. Vol. 18, no 1, 2019, pp. 47–54. (in Russian).
5. Ostroukh A. V. and Tian Yu. Development of the information and analytical monitoring system of technological processes of the automobile industry enterprise. In the World of Scientific Discoveries, series B, vol. 2, no. 1, 2014, pp. 92–102.

Надійшла до редакції: 16.10.2019.