

ВАСИЛЬКІВ НАДІЯ

Західноукраїнський національний університет

<http://orcid.org/0000-0002-4247-7523>e-mail: [nvs@wunu.edu.ua](mailto:nvs@wunu.edu.ua)

ДУБЧАК ЛЕСЯ

Західноукраїнський національний університет

<https://orcid.org/0000-0003-3743-2432>e-mail: [dlo@wunu.edu.ua](mailto:dlo@wunu.edu.ua)

ТУРЧЕНКО ІРИНА

Західноукраїнський національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-9441-6669>e-mail: [itu@wunu.edu.ua](mailto:itu@wunu.edu.ua)

МІНЧУК ВОЛОДИМИР

Західноукраїнський національний університет

e-mail: [minchuk.volodya@gmail.com](mailto:minchuk.volodya@gmail.com)

## ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ ЗАВДАНЬ ІТ-ПРОЕКТУ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Розроблено нечітку систему для визначення пріоритетності завдань ІТ-проекту створення комп'ютерної системи на основі стану показників їх метрик готовності, дозволу та складності. Запропонований підхід можна з успіхом використовувати при встановленні пріоритетів завдань ІТ-проектів будь-якого спрямування та оцінювання завантаженості проектної команди.

Ключові слова: ІТ-проект, комп'ютерна система, пріоритет завдань, нечітка логіка, нечітка система.

VASYLKYV NADIYA, DUBCHAK LESIA, TURCHENKO IRYNA, MINCHUK VOLODYMYR  
West Ukrainian National University

## PRIORITY DETERMINATION OF IT PROJECT TASKS BASED ON FUZZY LOGIC

Making a decision about the possibility of performing individual works on the system creation depends on the quality of the conducted research in the field of computer system use, the formed requirements, proposed solutions and the correct distribution of task performance priorities. The task of business analysts in IT companies is the control over the fact, that the created product fully meets the needs, and requirements of the customer of high quality. At the same time, the business analyst's ability to make decisions about the scope of work and their priority in conditions of uncertainty is important; in particular, whether a sufficient number of tasks are prepared for execution in order to be able to predict the work of the team. The purpose of this work is to prioritize IT project tasks based on user story metrics, including readiness, permission to execute and task complexity. Due to the fact that IT projects, the products of which are computer systems, are often carried out under conditions of uncertainty, it is advisable to use fuzzy logic to determine the priority of tasks. A fuzzy system of prioritization of project work is proposed, which has as input values the state of task readiness, permission for execution and complexity. The output of the developed fuzzy system is the priority of the project tasks. The Fuzzy Logic Toolbox for MATLAB is used to build a fuzzy system. The model of the dependence of output values due to inputs is given by Mamdani's inference mechanism. The membership functions of the input variables are given by a bell shape, and the output variables are triangular. The rule base of the proposed fuzzy system consists of 23 "if-then" rules. The fuzzy system takes into account the states of each indicator and, based on their combinations, determines the priority of the task according to which the business analyst and the IT project manager for the creation of a computer system apply actions to either improve the state of the indicators or distribute high-priority tasks among individual performers. The proposed fuzzy system allows you to simulate the situation regarding the priority of tasks at any stage of the IT project implementation, when it is necessary to clarify the requirements for the computer system or make changes to the project caused by uncertainties, as well as when analyzing the perspective of the workload of the project team. The business analyst's correct prioritization of tasks using a fuzzy system and it will contribute to the successful implementation of projects and the confidence of project team members in the prospect of employment.

**Keywords:** IT project, computer system, task priority, fuzzy logic, fuzzy system.

### Постановка проблеми

Створення комп'ютерних систем здійснюється в межах ІТ-проектів, під час виконання яких виникає необхідність коректування вимог до системи та внесення змін у порядок виконання робіт проекту. Зміни стосуються не лише технологій, які необхідно використовувати для створення системи, але й підходів до управління ІТ-проектами, зокрема і до аналізу стану показників окремих завдань створення комп'ютерної системи.

Прийняття рішення про можливість виконання окремих робіт зі створення системи залежить від якості проведених досліджень сфери використання комп'ютерної системи, сформованих вимог, запропонованих рішень та правильного розподілу пріоритетів виконання завдань. У зв'язку з тим, що ІТ-проекти, продуктами яких є комп'ютерні системи, часто виконуються в умовах невизначеності, визначити таку пріоритетність є актуальним завданням.

### Аналіз досліджень та публікацій

Надзвичайно важливим для успішності будь-якого проекту є чітке визначення робіт проекту, пріоритету завдань та правильний розподіл людських ресурсів для їх виконання.

На важливість та ефективність визначення пріоритетів завдань у сфері управління командами розробників програмного забезпечення вказують автори [1, 2]. У статті [2] зазначено, що прогнозування

пріоритету завдання без урахування інформації про інші завдання потенційно може призвести до неточних прогнозів пріоритету. Результати цього дослідження демонструють переваги та корисність побудови моделі пріоритетизації завдань на основі повної інформації з беклогу.

Для встановлення пріоритетів завдань та вимог з ними пов'язаних можна застосовувати різні підходи [3-5]. Наприклад, автори [6] пропонують з цією метою використовувати нейронну мережу, а у дослідженні [7] розроблено методи аналізу та прийняття рішень для призначення пріоритетів завдань в режимі реального часу та аналізу паралельних завдань, змодельованих як орієнтовані ациклічні графи. Запропонована у [8] модель, заснована на відображенні завдань, генетичній моделі та плануванні пріоритетів з урахуванням витрат, пов'язаних із виконанням завдання. Автори [9] пропонують інтелектуальну експертну систему планування завдань, яка відображає у реальному часі впорядковані за важливістю завдання та ефективність їх виконавців на основі лінгвістичних описів. У статті [10] вказується на важливість пріоритетизації вимог для прийняття рішень в процесі розробки програмного забезпечення і пропонується нейронечітка система встановлення пріоритетів вимог до якості програмного забезпечення.

**Таким чином, створення якісного ІТ-продукту потребує дослідження щодо можливості правильного встановлення пріоритетів виконання завдань проекту та проактивного оцінювання завантаженості проектною командою.**

Так як здебільшого проектна діяльність відбувається в умовах невизначеностей, то, як наслідок, набули широкого застосування методи управління проектами, що базуються на нечіткій логіці. Такі моделі управління проектами беруть до уваги різні варіації та особливості впливаючих факторів чи проектних показників і дають змогу ефективно здійснювати проектну діяльність не лише при створенні продукту проекту [11-15], а й при його експлуатації [16].

#### Формулювання цілей

Для успішної реалізації ІТ-проектів необхідно сформулювати вимоги до комп'ютерної системи, встановити пріоритет робіт проекту та розподілити їх між виконавцями. Для формування чітких вимог необхідно досконало вивчити проблему, яку ця комп'ютерна система має вирішувати. Для цього необхідне спілкування бізнес-аналітика із клієнтом, аналіз відомих підходів до вирішення проблеми конкурентами, консультації з іншими фахівцями, які мають розуміння існуючої проблеми. Крім того, необхідно оцінити можливості проектною командою, наявні, напевні чи доступні технології.

Після того, як встановлено та підтверджено вимоги, важливо визначити їх пріоритетність.

При формуванні вимог та розробці продукту ІТ-проекту повинна закладатися можливість гнучкості та адаптивності до можливих змін залежно від потреб конкретного користувача комп'ютерної системи. Слід врахувати, що вимоги розвиваються, а під час впровадження системи часто виявляються нові потреби, деякі з яких можуть бути критично важливими та замінювати існуючі вимоги з точки зору пріоритету. Тому необхідно знати, як ці нові вимоги вписуються у встановлений бізнес-аналітиком порядок виконання завдань.

Завданням бізнес-аналітиків у ІТ-компаніях є контроль над тим, щоб створюваний продукт повністю задовольняв потребам та вимогам замовника і був якісним. При цьому важливою є здатність бізнес-аналітика приймати рішення щодо об'єму робіт та їх пріоритету в умовах невизначеності, зокрема підготовки для виконання достатньої кількості завдань для того, щоб можна було прогнозувати роботу команди.

Правильне визначення бізнес-аналітиком пріоритетності сприятиме успішній реалізації проектів та впевненості членів проектною командою у перспективі зайнятості.

Метою даної роботи є розробка моделі встановлення пріоритету робіт ІТ-проекту. Метриками історій користувача, які слід брати до уваги при встановленні пріоритету виконання робіт проекту, є готовність, дозвіл та складність завдань.

#### Виклад основного матеріалу

Для завдань проекту в умовах невизначеності стан показників їх метрик спричиняє різні рівні пріоритету робіт проекту. Тому в цій ситуації найбільш доцільним є застосування апарату нечіткої логіки [17].

Так як до переліку впливаючих на встановлення пріоритету виконання завдань проекту показників пропонується вносити наступні метрики: готовність, дозвіл та складність, то саме ці показники є вхідними значеннями нечіткої системи, яка враховує комбінації їх різних станів та на цій основі визначає пріоритетність завдань проекту [18].

Для вхідної змінної, що визначає готовність завдання, пропонується наступний розподіл: нове; чорнетка; готове.

Для вхідної змінної «дозвіл» розглядається два стани: дозволено; не дозволено.

Вхідна змінна «складність» може приймати значення: не визначена; визначена.

Виходом запропонованої нечіткої системи є пріоритет виконання завдань проекту, який визначається за 10-бальною шкалою.

Функції належності вхідних змінних задаються дзвоноподібною формою, а вихідної змінної – трикутною.

Для побудови та перевірки правильності роботи нечіткої системи пріоритетизації завдань ІТ-проекту використовується засіб Fuzzy Logic Toolbox середовища MATLAB.

Передбачається, що модель залежності вихідних значень від вхідних задана механізмом нечіткого висновку Мамдані [19, 20].

В загальному, нечітка система визначення пріоритету робіт проекту зі створення комп'ютерної системи на основі метрик окремих завдань подана на рис. 1.

База правил такої нечіткої системи складається із 23 правил типу «якщо - то».

Наприклад, якщо готовність приймає значення, що належить множині «чорновик», дозвіл не надано і складність не визначена, то можна встановити пріоритет виконання цього завдання проекту, як «7». Якщо готовність приймає значення, що належить множині «нове завдання», дозвіл надано і складність не визначена, то пріоритет цього завдання проекту буде «4». Якщо завдання готове, дозвіл надано і складність визначена, то це завдання є першочерговим, оскільки його пріоритет «1»

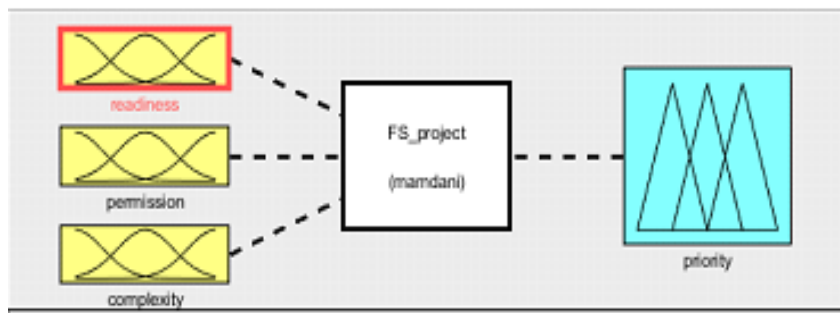


Рис. 1. Структура нечіткої системи

Вигляд бази правил зображено на рис. 2.



Рис. 2. База продукційних правил нечіткої системи

Аналіз метрик та встановлення пріоритету завдань ІТ-проекту за допомогою нечіткої системи, а також відповідна реакція бізнес-аналітика чи менеджера проекту відбувається за алгоритмом, поданим на рис. 3.

Спочатку вводяться параметри завдань чи робіт зі створення комп'ютерної системи: готовність, дозвіл та складність, які є вхідними величинами нечіткої системи.

Нечітка система враховує стани кожного показника і на основі їх комбінацій визначає пріоритет завдання, відповідно до якого бізнес-аналітик та менеджер ІТ-проекту зі створення комп'ютерної системи застосовують дії щодо або покращення стану показників (у випадку низьких значень пріоритетів), або розподілу завдань з високим пріоритетом між окремими виконавцями. Цьому сприяє візуалізація роботи нечіткої системи та аналіз поверхонь залежності пріоритету від вхідних значень метрик завдань.

Наприклад, у випадку готовності, наданому дозволі та визначеній складності (пріоритет «1») завдання передається на виконання. Якщо при двох позитивних станах готовності та дозволу складність не визначена (пріоритет «2»), то бізнес-аналітик повинен оцінити складність, після чого передати на

виконання. В ситуації, коли завдання готове, але дозвіл не надано і складність не оцінена (пріоритет «б»), потрібно виконати дії, спрямовані на встановлення складності та отримання дозволу. Якщо ж завдання пропрацьоване в чорновому варіанті, але є дозвіл та оцінена складність (пріоритет»3»), необхідно доопрацювати вимоги.

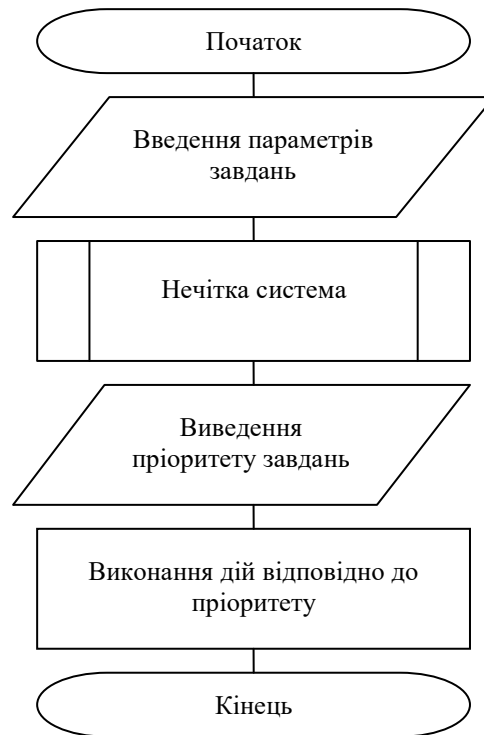


Рис. 3. Алгоритм встановлення пріоритету завдань

Моделювати ситуацію можна на будь-якому етапі виконання ІТ-проєкту, при необхідності уточнення вимог до комп'ютерної системи чи внесення змін у проєкт, спричинених невизначеностями, а також при аналізі перспективи завантаженості проєктної команди.

#### Висновки

Побудовано нечітку систему пріоритетності робіт проєкту, яка має вхідними значеннями стан готовності завдання, дозвіл на виконання та складність. Виходом розробленої нечіткої системи є пріоритет виконання завдань проєкту. Від правильного встановлення пріоритетів, наданих завданням, залежить успіх всього проєкту. Розроблена нечітка система дає змогу уникнути суб'єктивності, що значно підвищує ефективність прийняття рішень бізнес-аналітиком.

#### Література

1. Кравчук О. Метод використання метрик продуктивності для оптимізації процесу управління ІТ-проєктами. Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». 2023. № 2. С. 28-33.
2. Yegor Bugayenko, Mirko Farina, Artem Kruglov, Witold Pedrycz, Yaroslav Plaksin, Giancarlo Succi. Automatically Prioritizing Tasks in Software Development. *IEEE Access* (Jan 2023). Vol. 11 P. 90322 – 90334.
3. H. Alaidaros, A. Bakodah and S. F. Bamsaoud. A Review on Requirements Prioritization Approaches of Software Project Management. *International Conference on Intelligent Technology, System and Service for Internet of Everything (ITSS-IoE)*. Hadhramaut, Yemen, 2022. P. 1-5. doi: 10.1109/ITSS-IoE56359.2022.9990930.
4. M. Abbas, I. Inayat, N. Jan, M. Saadatmand, E. Paul Enoiu and D. Sundmark. MBRP: Model-Based Requirements Prioritization Using PageRank Algorithm. *26th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*. Putrajaya, Malaysia, 2019. P. 31-38. doi: 10.1109/APSEC48747.2019.00014.
5. J. Ren, X. Zhang and Z. Pan. Analysis of Software Requirements Change Priorities Based on Complex Networks. *6th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA)*, Harbin, China, 2020. P. 255-261. doi: 10.1109/DSA.2019.00039.
6. Plaksin Yaroslav An Approach for Unlabeled Tasks Prioritization. *SIGMOD '22: Proceedings of the 2022 International Conference on Management of Data*, June 2022. P. 2509–2511.
7. Qingqiang He, X Nan Guan, Zhishan Guo. Intra-Task Priority Assignment in Real-Time Scheduling of DAG Tasks on Multi-Cores. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*. 2019. Vol. 30, Issue 10. P. 2283 – 2295.

8. M. Arvindhan and H. Singh. An Innovation Development of Cost Wise Task Scheduling Model for Complex Transmission in Ultra Dense Cloud Networks. 2nd International Conference for Innovation in Technology (INOCON), Bangalore, India, 2023. P. 1-6.
9. Walek B., Novák V. Intelligent Task Planning System Based on Methods of Fuzzy Natural Logic. *Axioms*. 2023. 12(6). P. 545.
10. Momeni Hossein, Homayoun Motameni, and Mahtab Larimi. A neuro-fuzzy based approach to software quality requirements prioritization. *International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS)*. Foundation of Computer Science FCS, New York, USA, 2014, Vol. 7, No. 7. P. 15-20.
11. S.G. MacDonell, A.R. Gray. Applying fuzzy logic modeling to software project management. Khoshgoftaar TM (eds), *Software Engineering with Computational Intelligence*. The Springer International Series in Engineering and Computer Science. Springer, Boston, MA. 2003. Vol 731. P. 17–43.
12. J. Zeng, M. An, N.J. Smith. Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. *International Journal of Project Management*. 2007. P. 589–600.
13. N. Vasylykiv, I. Turchenko, L. Dubchak. Fuzzy model of the IT project environment impact on its completion. *ACIT'2020: Proceedings of the 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies*, Deggendorf, Germany, 16-18 September 2020. P. 302–305.
14. F. Habibi, O. T. Birgani, H. Koppelaar, S. Radenović. Using fuzzy logic to improve the project time and cost estimation based on Project Evaluation and Review Technique (PERT). *Journal of Project Management*. 2018. No 3. P. 183–196. doi: 10.5267/j.jpm.2018.4.002.
15. Y.P. Kondratenko, D. Simon. Structural and Parametric Optimization of Fuzzy Control and Decision Making Systems. *Recent Developments and the New Direction in Soft-Computing Foundations and Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing*. Springer, Cham. 2018. Vol 361. P. 273-289.
16. Васильків Н.М., Дубчак Л.О., Турченко І.В. Нечітка система оцінювання якості функціонування інформаційної управляючої системи. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2019. № 4. С. 121-125.
17. R. R. Yager, L. A. Zadeh. *An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems*. Springer Science & Business Media, 2012. 356 p.
18. Васильків Н.М., Мінчук В.М., Хлібейко М.Я. Нечітка система пріоритетності робіт IT-проекту. *Світ наукових досліджень. Випуск 24: матеріали міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції (21-22 листопада 2023 р. м. Тернопіль, Україна, м. Опольє, Польща)*. С. 100-102.
19. Дубчак Л. О. Метод обробки нечітких даних на основі механізму Мамдані. *Системи обробки інформації*. 2012. № 7(105). С.131-134.
20. Штовба С.Д., Мазуренко В.В., Панкевич О.Д. Вплив кількості нечітких правил на точність бази знань Мамдані. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2011. № 2. С. 185-188.

#### References

1. Kravchuk O. Metod vykorystannia metryk produktyvnosti dlia optymizatsii protsesu upravlinnia IT-proiektamy. *Mizhnarodnyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal «Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh»*. 2023. № 2. S. 28-33.
2. Yegor Bugayenko, Mirko Farina, Artem Kruglov, Witold Pedrycz, Yaroslav Plaksin, Giancarlo Succi. Automatically Prioritizing Tasks in Software Development. *IEEE Access (Jan 2023)*. Vol. 11 P. 90322 – 90334.
3. H. Alaidaros, A. Bakodah and S. F. Bamsaoud. A Review on Requirements Prioritization Approaches of Software Project Management. *International Conference on Intelligent Technology, System and Service for Internet of Everything (ITSS-IOE)*. Hadhramaut, Yemen, 2022. P. 1-5. doi: 10.1109/ITSS-IOE56359.2022.9990930.
4. M. Abbas, I. Inayat, N. Jan, M. Saadatmand, E. Paul Enoiu and D. Sundmark. MBRP: Model-Based Requirements Prioritization Using PageRank Algorithm. *26th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*. Putrajaya, Malaysia, 2019. P. 31-38. doi: 10.1109/APSEC48747.2019.00014.
5. J. Ren, X. Zhang and Z. Pan. Analysis of Software Requirements Change Priorities Based on Complex Networks. *6th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA)*, Harbin, China, 2020. P. 255-261. doi: 10.1109/DSA.2019.00039.
6. Plaksin Yaroslav An Approach for Unlabeled Tasks Prioritization. *SIGMOD 22: Proceedings of the 2022 International Conference on Management of Data, June 2022*. P. 2509–2511.
7. Qingqiang He, X Nan Guan, Zhishan Guo. Intra-Task Priority Assignment in Real-Time Scheduling of DAG Tasks on Multi-Cores. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*. 2019. Vol. 30, Issue 10. P. 2283 – 2295.
8. M. Arvindhan and H. Singh. An Innovation Development of Cost Wise Task Scheduling Model for Complex Transmission in Ultra Dense Cloud Networks. 2nd International Conference for Innovation in Technology (INOCON), Bangalore, India, 2023. P. 1-6.
9. Walek B., Novák V. Intelligent Task Planning System Based on Methods of Fuzzy Natural Logic. *Axioms*. 2023. 12(6). P. 545.
10. Momeni Hossein, Homayoun Motameni, and Mahtab Larimi. A neuro-fuzzy based approach to software quality requirements prioritization. *International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS)*. Foundation of Computer Science FCS, New York, USA, 2014, Vol. 7, No. 7. P. 15-20.
11. S.G. MacDonell, A.R. Gray. Applying fuzzy logic modeling to software project management. Khoshgoftaar TM (eds), *Software Engineering with Computational Intelligence*. The Springer International Series in Engineering and Computer Science. Springer, Boston, MA. 2003. Vol 731. P. 17–43.
12. J. Zeng, M. An, N.J. Smith. Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. *International Journal of Project Management*. 2007. P. 589–600.
13. N. Vasylykiv, I. Turchenko, L. Dubchak. Fuzzy model of the IT project environment impact on its completion. *ACIT2020: Proceedings of the 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies*, Deggendorf, Germany, 16-18 September 2020. P. 302–305.
14. F. Habibi, O. T. Birgani, H. Koppelaar, S. Radenović. Using fuzzy logic to improve the project time and cost estimation based on Project Evaluation and Review Technique (PERT). *Journal of Project Management*. 2018. No 3. P. 183–196. doi: 10.5267/j.jpm.2018.4.002.

- 
15. Y.P. Kondratenko, D. Simon. Structural and Parametric Optimization of Fuzzy Control and Decision Making Systems. Recent Developments and the New Direction in Soft-Computing Foundations and Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Springer, Cham. 2018. Vol 361. P. 273-289.
  16. Vasylykiv N.M., Dubchak L.O., Turchenko I.V. Nechitka systema otsiniuvannya yakosti funktsionuvannya informatsiinoi upravliaiuchoi systemy. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. 2019. № 4. S. 121-125.
  17. R. R. Yager, L. A. Zadeh. An Introduction to Fuzzy Logic Applications in Intelligent Systems. Springer Science & Business Media, 2012. 356 r.
  18. Vasylykiv N.M., Minchuk V.M., Khliboiko M.Ia. Nechitka systema priorytetnosti robit IT-proektu. Svit naukovykh doslidzhen. Vypusk 24: materialy mizhnarodnoi multydystryplinarnoi naukovoï internet-konferentsii (21-22 lystopada 2023 r. m. Ternopil, Ukraina, m. Opole, Polshcha). S. 100-102.
  19. Dubchak L. O. Metod obrobky nechitkykh danykh na osnovi mekhanizmu Mamdani. Systemy obrobky informatsii. 2012. № 7(105). S.131-134.
  20. Shtovba S.D. , Mazurenko V.V., Pankevych O.D. Vplyv kilkosti nechitkykh pravyl na tochnist bazy znan Mamdani. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. 2011. № 2. S. 185-188.