

DOI 10.20535/2411-1031.2025.13.1.328976

УДК 621.396

СЕРГІЙ САЛЬНИК

МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЗАСОБІВ МОБІЛЬНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

В статті запропоновано модель представлення знань в системах підтримки прийняття рішень засобів мобільного радіозв'язку. В ході роботи було розглянуто процес побудови та функціонування сучасних засобів мобільного радіозв'язку, розкрито сутність систем підтримки прийняття рішень та основних класів систем підтримки прийняття рішень. Проведено аналіз останніх досліджень способів представлення знань, функціонування систем управління, систем підтримки прийняття рішень, засобів мобільного радіозв'язку. Також було розкрито сутність поняття знання та система представлення знань. Розглянуто рівні представлення знань, зазначено узагальнену класифікацію типів способів представлення знань. Було зазначено, що основним питанням при побудові систем представлення знань є вибір форми представлення знань. Також модель представлення знань повинна характеризувати завдання, які розв'язується, та має будуватися послідовно на основі відповідних шаблонів, властивостей, програмних характеристик, мови взаємодії, тощо. Також в роботі висунуто вимоги до розробки моделі підтримки прийняття рішень з урахуванням необхідності її застосування в засобах мобільного радіозв'язку та запропоновано спосіб проведення модифікації та розробки такої моделі. Сутність моделі полягає в розробці процесу підтримки прийняття рішень, способом модифікації продукційного та нейро-нечіткого способу представлення знань з урахуванням умов функціонування засобів мобільного радіозв'язку для покращення показників ефективності підтримки прийняття рішень. Запропонована модель завдяки коректній постановці завдання на дослідження та використанню перевіреного математичного апарату, задовольняє висунутим вимогам до розробки подібної моделі та дозволяє підвищити швидкість підтримки прийняття рішень. В наслідок чого мета розробки моделі представлення знань в системах підтримки прийняття рішень засобів мобільного радіозв'язку для систематизації процесу управління та покращення показників ефективності представлення знань в системі підтримки прийняття рішень на основі використання перевірених математичних апаратів була досягнута.

Ключові слова: мобільний радіозв'язок, засоби радіозв'язку, підтримка прийняття рішень, представлення знань, нейронні мережі.

Постановка проблеми. Процес побудови сучасних засобів мобільного радіозв'язку використовує блочно-системний принцип. Особливість такого принципу полягає у функціонуванні окремих але взаємопов'язаних функціонально незалежних підсистем, які відносяться як до апаратної так і до програмної складової елемента або засобу радіозв'язку. Це означає, що кожен окремий засіб радіозв'язку містить у своєму складі системи (приймальна, передавальна, маршрутизації, радіочастотного ресурсу, енергоресурсу, потоків даних, топології, безпеки, прийняття рішень, тощо), які виконують власні унікальні функції. В наслідок роботи яких і забезпечується безперебійне, гарантоване, безпечне, своєчасне забезпечення зв'язку та передача інформації між засобами радіозв'язку та відповідно абонентами. В цілому процес функціонування засобів радіозв'язку представляє собою сукупність організаційних та технічних заходів, направлених на забезпечення функціонування самої радіомережі. Тому ефективність застосування таких засобів радіозв'язку та функціонування радіомережі залежить від ефективності роботи системи управління та системи підтримки прийняття рішень, яка забезпечить виконання управлінських рішень множиною вищезазначених взаємопов'язаних систем [1].

В цілому системи підтримки прийняття рішень (СППР) належать до інформаційних систем, які забезпечують отримання знань та інформації для приймання оптимальних управлінських рішень. Ці системи дозволяють підвищити ймовірність прийняття оптимальних рішень навіть в умовах неточності та невизначеності на основі: аналізу завдань, залежностей і закономірностей; обробки даних, часових рядів; опрацювання структурованих і неструктурованих даних; дослідженні знань, досвіду розв'язання подібних завдань; розробці моделей та їх використання для генерації рішень.

Входами СППР є атрибути, знання, фактори та ознаки, що описують стан об'єктів та процесів, відносно яких необхідно прийняття рішення. Виходами СППР є результати аналізу даних, на основі яких генеруються управлінські рішення. Процес генерації рішення СППР можна розбити на такі етапи: інтелектуальний, де відбувається визначення умов, за яких потрібно ухвалити рішення; проектний, де відбувається розробка та аналіз рішень, а також альтернатив; селективний, де відбувається вибір рішення з безлічі альтернатив; реалізаційний, де відбувається адаптація параметрів обраного рішення до конкретних умов.

До основних класів СППР відносять: пасивні, які підтримують процес прийняття рішень, але самі ці рішення не формують; активні, які можуть не тільки надавати інформацію, але й пропонувати рішення та альтернативи; комбіновані, які забезпечують процес взаємодії між експертом та СППР для досягнення оптимального рішення.

Структурно СППР складається з наступних основних елементів:

- база даних (знань);
- концептуальна модель області досліджень;
- інтерфейс [2].

Мета статті полягає в розробці моделі представлення знань в системах підтримки прийняття рішень засобів мобільного радіозв'язку для систематизації процесу управління та покращення показників ефективності системи підтримки прийняття рішень на основі використання перевірених математичних апаратів.

Об'єктом дослідження є процес управління в засобах мобільного радіозв'язку.

Предметом дослідження є модель представлення знань в системах підтримки прийняття рішень засобів мобільного радіозв'язку.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні дослідження таких напрямків, як: способів представлення знань, функціонування систем управління, систем підтримки прийняття рішень, засобів мобільного радіозв'язку, свідчить про те що подібні розробки характеризуються громіздкою структурою та програмно-математичною складністю, не врахуванням даних які характерні всьому напрямку досліджень, мають низькі показники ефективності підтримки прийняття рішень, також зазвичай ці напрямки розглядаються або окремо один від одного, або в поєднанні з якимось одним іншим напрямком, без можливості поєднання всіх цих напрямків, так наприклад:

- в [3] розкривається сутність новітніх технологій та засобів зв'язку у Збройних Силах України, можливість їх трансформації та перспектив розвитку;
- в [4] розкривається сутність методологічних та системно-концептуальних положень й аспектів побудови перспективних автоматизованих систем управління;
- в [5] розкривається сутність методу підвищення ефективності функціонування людино-машинної системи за рахунок підвищення якості програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень;
- в [6] розкривається сутність використання нечіткої логіки для представлення знань темпоральними прецедентами в умовах невизначеності.

В наслідок чого питання розробки способу представлення знань в системах підтримки прийняття рішень засобів мобільного радіозв'язку для систематизації процесу управління та покращення показників ефективності системи підтримки прийняття рішень з урахуванням

опрацювання початкових даних, характерних загальному напрямку дослідження на основі використання перевірених математичних апаратів є актуальним.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процес підтримки прийняття рішень являтиме собою застосування алгоритмів, способів, методів, моделей, правил, умов відповідно до яких буде відбуватися отримання, підтримка та реалізація управлінських рішень. В будь-якому випадку, перш за все під час функціонування СППР, мова буде йти про отримання, передачу, опрацювання, зберігання різномірної інформації. Тобто в сучасних системах обробки даних доводиться формувати відповідні бази даних або знань, та як наслідок працювати не тільки з даними але і з знаннями [7].

Знання, являють собою певні закономірності, принципи, зв'язки в межах дослідження, способом побудови відповідної бази знань, які можуть бути представлені в інтелектуальній системі. Представлення знань, являє собою опис досліджуваної області способом введення основних понять області, відносин між цими поняттями, визначенням відповідності між характеристиками понять цих знань і відповідною математичною моделлю. Представлення знань відбувається в межах функціонування системи представлення знань.

Системою представлення знань (СПЗ) називають систему яка в своєму складі має інструментарій який дозволяє: описувати знання про досліджувану область, організовувати зберігання знань, отримувати нові знання, поєднувати нові знання з вже існуючими знаннями, знаходити конкретні визначені знання, проводити операції зі знаннями, забезпечувати взаємодію експерта зі знаннями [8].

Системи представлення знань які використовують інтелектуалізацію процесу прийняття рішень називають інтелектуальною СПЗ. Ці системи оперують з такими знаннями, як: специфічні, тобто статистична база знань сформована в ході проектування СПЗ, зміст якої залишається незмінним під час використання системи; факти, тобто знання щодо певних ситуацій, які поповнюються експертом в ході роботи СПЗ; проміжні та остаточні, тобто знання які є висновками на підставі проаналізованих наявних знань.

Розрізняють такі рівні представлення знань: проблемно-орієнтований, який відноситься до рівня експерта; програмно орієнтований, який відноситься до рівня програмної реалізації; системний, який відноситься до рівня внутрішнього комп'ютерного представлення [9].

Основним питанням при побудові систем представлення знань є вибір форми представлення знань. В свою чергу представлення знань, являє собою спосіб формального вираження знань про досліджувану область у визначеній формі. А механізм формалізації представлення знань, називають моделлю представлення знань [10].

Модель представлення знань повинна характеризувати завдання, які розв'язується. При цьому модель має відображати характеристики предметної області, а також бути ефективною в пошуку рішень, мати оптимальні співвідношення між виразною силою моделі та її обчислювальною ефективністю.

Знання характеризуються такими властивостями, як:

- внутрішня інтерпретованість, яка дозволяє інтерпретувати зміст пам'яті;
- активність, яка характеризує та відрізняє знання від даних, таким чином поява нових ситуацій і зв'язків може активізувати базу знань та саму систему;
- зв'язність, яка відображає причинно-наслідкові зв'язки, які характеризують досліджувану область;
- структурованість, яка відображає класифікаційні стосунки знань;
- семантична метрика, дозволяє знаходити близькі та пов'язані знання в базі знань.

Модель представлення знань має будуватися послідовно, а основою для визначення знань слугують: шаблони, на основі яких формуються вирази, які входять у визначення знань; властивості які отримані із зовнішнього середовища, або сформовані у вигляді уявлень на основі відомих даних; програмні характеристики та можливість взаємодії між елементами

моделі; поняття, характеристики, властивості та ознаки знань; мова взаємодії, структура відносин при заданні знань, можливості поєднання знань [11].

Під час вибору моделі для конкретної предметної області необхідно провести такі кроки, як: із всього обсягу знань необхідно обрати знання різних типів; обрані знання представляються за допомогою різних моделей; проводиться аналіз переваг та недоліків різних моделей; визначається перелік базових моделей. Остаточний вибір моделей здійснюється на підставі з'ясування способів опрацювання знань.

Існуючі системи підтримки прийняття рішень в складі яких є бази даних або бази знань використовують множину різнонаправлених моделей, методів, підходів представлення знань, функціонування яких дозволяє забезпечувати роботу СППР. На основі проведеного аналізу сучасних досліджень моделей, методів та підходів представлення знань, на рис.1. зазначено узагальнену класифікацію типів способів представлення знань.

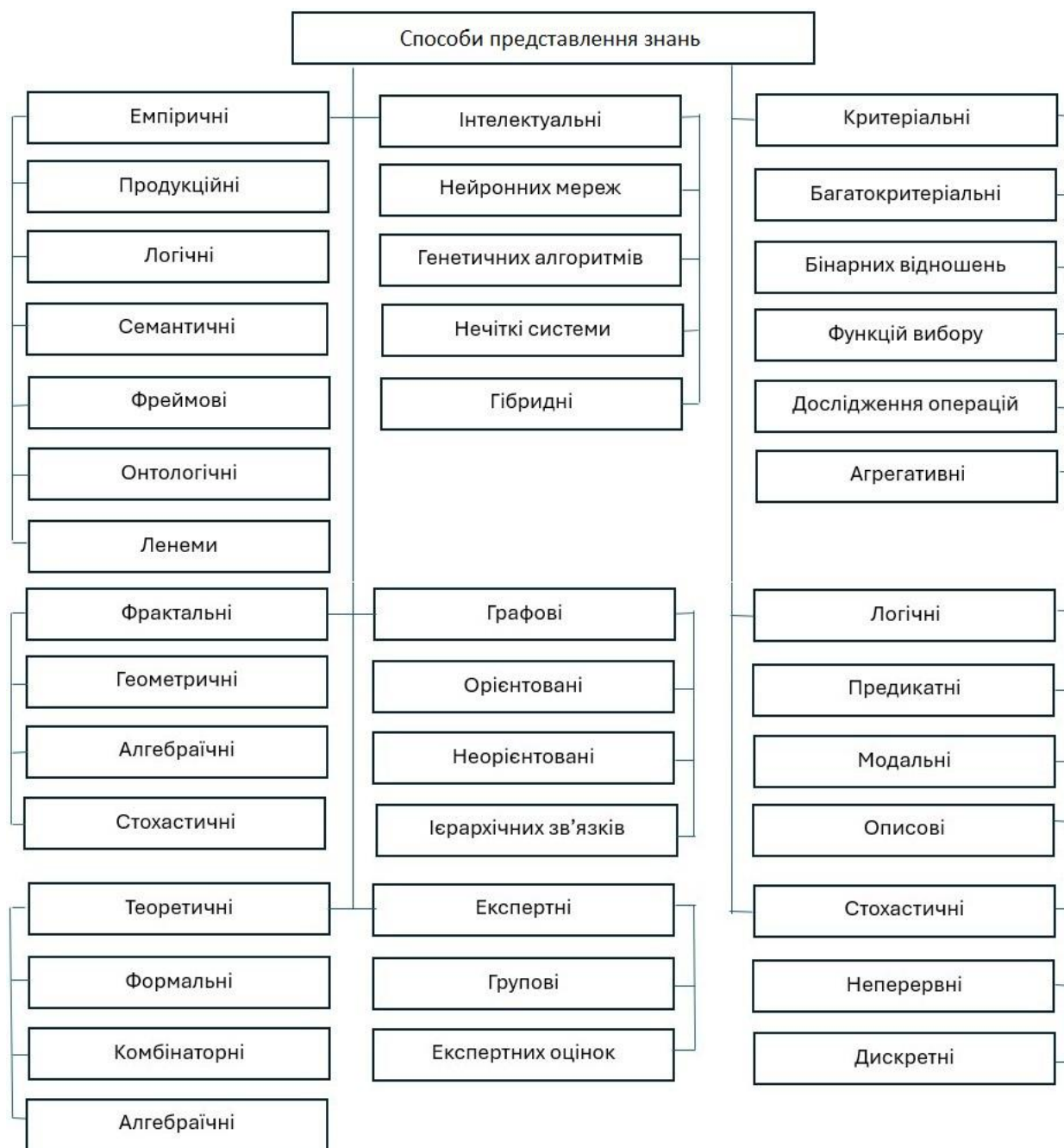


Рисунок 1 – Класифікація способів представлення знань

Виходячи із вказаного, розробляючи модель представлення знань в системах підтримки прийняття рішень доцільним буде висування вимог до такої моделі з урахуванням необхідності її застосування в засобах мобільного радіозв'язку, а саме: простота побудови, невелика програмна-апаратна та математична складність, врахування особливостей функціонування засобів МР, підвищення швидкості та точності представлення знань.

Очевидно, що підходи представлення знань та реалізації систем підтримки прийняття рішень збільшують математичну складність, тому виходячи із вказаної мети розробки моделі, а також з урахуванням зазначених вимог буде запропоновано проведення розробка моделі способом модифікації продукційного та нейро-нечіткого способу представлення знань з урахуванням умов функціонування ЗМР. Продукційний спосіб так як і нечіткий спосіб застосовуються у разі відсутності чіткої логіки, а завдання вирішуються на основі незалежних правил. Нечіткі знання, являють собою знання, які представляються у вигляді висловлювань у нечіткій логіці, а також характеризуються істинним, проміжним та помилковим значенням.

Нова модель представлення знань в системах підтримки прийняття рішень засобів мобільного радіозв'язку.

Початковими даними є: $(x_1, \dots, x_n)$ – множина даних та ситуацій, N – кількість ситуацій, n – кількість показників ситуації, x_{ij} – впізнане значення j -го показника i -ї ситуації, $(A_1, \dots, A_n)$ – набір атрибутів або показників, S_i – певна ситуація, U_i – вирішення певної ситуації, E – база правил для виконання управляючих впливів, K – критерії оцінки ситуацій та рішень, $\underline{m}$ та $\overline{m}$ – нижнє і верхнє значення нечіткого інтервалу, α та β – коефіцієнти нечіткості, h – рівень нечіткого інтервалу, a – ім'я змінної, W_a – множина припустимих значень змінної, H – набір синтаксичних правил, D – ділянка визначення значень, Z – набір значень відображення в нечіткій множині.

Необхідно: розробити модель представлення знань в системах підтримки прийняття рішень з урахуванням характеристичних особливостей застосування засобів мобільного радіозв'язку при задовільненні якості підтримки прийняття рішень, вимог до розробки та мети розробки моделі.

Обмеження та допущення: в ході проведення підрахунків в досліджуваний проміжок часу, множина початкових даних є незмінною; початкові дані з нечіткістю будуть сприйматися як чіткі; система представлення знань має: базу даних, набір продукційних правил та інтерпретатор; сукупність правил (продукції) відображається у вигляді: “Якщо” умова “То” дія, “Якщо” причина “То” наслідок, “Якщо” ситуація “То” рішення; значення істинності відповідає: низькому, середньому, високому значенню; інформація щодо ситуацій представляється у вигляді числових рядів із розміщенням атрибутів.

Сутність моделі полягає: в модифікації процесу підтримки прийняття рішень, продукційним та нейро-нечітким способом представлення знань з урахуванням умов функціонування ЗМР для покращення показників ефективності представлення знань в системі підтримки прийняття рішень.

Модель представлення знань.

Процес функціонування моделі полягає у виконанні правил умов, на які необхідно реагувати певною дією. В свою чергу продукції правил несуть інформацію про послідовність цілеспрямованих дій. Під час вибору атрибутів, які відображають ситуацію визначаємо шкали та одиниці вимірів.

Поданням інформації може бути описана ситуація яка визначається, як: $(A_1, \dots, A_n)$.

Спосіб представлення знань та її рішення буде: $M = \{\langle S_i \rangle, \langle U_i \rangle, E, K\}, i = 1, \dots, N$.

Представлення великої кількості ситуацій виглядає: $S = \{S_i(x_{i1}, \dots, x_{in})\}, i = 1, \dots, N$

Сукупність правил (продукції) вирішення ситуацій матиме вигляд “Якщо”, “То”.

В системах нечіткі знання можуть бути представлені нечіткими множинами та лінгвістичними змінними.

Нечітка множина, являє собою: $\tilde{A} = \{\mu_A(X), X\}$,

де $\mu_A(X): X \rightarrow [0,1]$ функція належності нечіткої множини $\tilde{A}$, що характеризує множину X на відрізьку $[0,1]$.

Ступінь належності (певного значення функції належності $\mu_A(X)$ для ситуацій $(x \in X)$, являє собою міру відповідності ситуації x певному поняттю, у якому зміст відображається нечіткою множиною $\tilde{A}$.

Нечіткість буде мати вигляд: $M(\underline{m}, \overline{m}, \alpha, \beta, h)$.

Застосування операції над нечіткими множинами:

- одержання мінімуму, у вигляді: $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min \{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$;
- одержання максимуму, у вигляді: $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max \{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$.

Лінгвістична змінна визначається, як: $\langle a, W_a, H, D, Z \rangle$.

Далі лінгвістичний спосіб відображається у вигляді сукупності продукцій правил “Якщо”, “То”, які зв’язують вхідні та вихідні змінні [12], [13].

З урахуванням зазначеного у обмеженнях та допущеннях, а саме: те що система представлення знань повинна мати базу даних, набір продукційних правил та інтерпретатор; з урахуванням того, що база даних повинна мати визначені функції належності нечітких множин, які використовуються в нечітких правилах; те що системи які орієнтовані на роботу з нечіткістю не здатні автоматично здобувати знання для використання їх у механізмах виводу, тому пропонується продукційно-нечіткий спосіб представлення знань реалізувати на основі використання нейронної мережі. Використання нейронних мереж в цілому здатна забезпечити виконання поставленого завдання та задовільнення зазначених вимог до розробки такої моделі.

Дані нейронні мережі здатні аналізувати, класифікувати, прогнозувати, самонавчатися, отримувати дані та знаходити залежності, реалізовувати бази даних, працювати з нечіткими множинами, застосовувати правила, також мережа може бути інтерпретована як система нечітких правил, тощо. В наслідок чого буде отримано інструментарій, який здатен забезпечити процес представлення знань, а з урахуванням процесу функціонування моделі на основі нейронної мережі, буде отримана спроможність в збільшенні швидкості опрацювання різномірних даних та точності, як опрацювання так і отримання даних або знань [14].

Висновки. В статті запропоновано нову модель представлення знань в системах підтримки прийняття рішень засобів мобільного радіозв’язку. На відміну від подібних моделей які характеризуються громіздкою структурою та програмно-математичною складністю, не врахуванням даних які характерні всьому напрямку досліджень, мають низькі показники ефективності представлення знань в системах підтримки прийняття рішень, запропонована модель завдяки коректній постановці завдання на дослідження та використанню перевіреного математичного апарату, задовольняє висунутим вимогам до

розробки подібної моделі та дозволяє підвищити швидкість та точність представлення знань та підтримки прийняття рішень.

В цілому, мета статті, яка полягала в розробці моделі представлення знань в системах підтримки прийняття рішень засобів мобільного радіозв'язку для систематизації процесу управління та покращення показників ефективності представлення знань в системах підтримки прийняття рішень на основі використання перевірених математичних апаратів, повністю досягнута. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку моделей та методів підтримки прийняття рішень в засобах МР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] С. Сальник, “Методика інтелектуального управління взаємодією елементів системи управління в мобільних радіомережах”, *Information Technology and Security*, vol. 10, iss. 2, pp. 241-249, 2022, doi: <https://doi.org/10.20535/2411-1031.2022.10.2.270584>.
- [2] Decision support system. [Online]. Available: <https://wiki.loginom.ru/articles/decision-support-system.html>. Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [3] О. Лаврут, Т. Лаврут, О. Климович, та Ю. Здоренко, “Новітні технології та засоби зв'язку у Збройних Силах України: шлях трансформації та перспективи розвитку”, *Наука і техн. ПС ЗСУ*, № 1 (34), с. 91-101, 2019, doi: <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.34.13>.
- [4] О. Величко, Б. Демідов, М. Борисенко, В. Коваленко, та С. Щербінін, “Методологічні та системно-концептуальні положення й аспекти побудови перспективних автоматизованих систем управління”, *збірн. наук. пр. ХНУ ПС*, № 4(74), с. 87-95, 2022, doi: <https://doi.org/10.30748/zhups.2022.74.13>.
- [5] О. Турінський, М. Павленко, Г. Певцов, та С. Осієвський, “Метод підвищення ефективності функціонування людино-машинної системи за рахунок підвищення якості програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень”, *Наука і техн. ПС ЗСУ*, № 4 (41), с. 125-132, 2020, doi: <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.41.15>.
- [6] Т. Білова, В. Дьоміна, С. Мар'їн, та І. Побіженко, “Використання нечіткої логіки для представлення знань темпоральними прецедентами в умовах невизначеності”, *Системи обробки інформації*, №1 (172), с. 7-12, 2023, doi: <https://doi.org/10.30748/soi.2023.172.01>.
- [7] Т. Желдак, Л. Коряшкіна, та С. Ус, *Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. пос.* Дніпро, Україна: НТУ “Дніпровська політехніка”, 2020.
- [8] Intellectual methods in management. [Online]. Available: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/3/19/3-19-kl19.pdf>. Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [9] Knowledge representation models. [Online]. Available: <https://studfile.net/preview/4001647/>. Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [10] Моделі подання знань: види, класифікація та методи застосування. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://presa.com.ua/navchannia/modeli-podannya-znan-vidi-klasifikatsiya-ta-metodi-zastosuvannya.html>. Дата звернення: Жовт. 14, 2024.
- [11] В. Мейтус, “Подання знань в інтелектуальних системах”, *наук. зап. нац. ун-ту “Києво-Могилянська академія”*, *Комп'ютерні науки*, т. 177, с. 4-9, 2015. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://ezp.ukma.edu.ua/bitstreams/da3af8be-9800-4300-ba0c-9fd7eabb3397/download>. Дата звернення: Жовт. 14, 2024.
- [12] П. Федорук, та С. Масловський, “Модель представлення знань в адаптивній системі дистанційного навчання та контролю знань EduPRO”, *Штучний інтелект*, № 3, с. 463-472, 2011. [Електронний ресурс]. Доступно: https://jai.in.ua/index.php/apxiv?paper_num=1201. Дата звернення: Груд. 12, 2024.

- [13] Лекція 5. Нечітка модель подання знань. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://studfile.net/preview/14517611/>. Дата звернення: Січ. 17, 2025.
- [14] Нейро-нечіткі мережі. Нечітка логіка в MatLab. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://studfile.net/preview/5474324/page:3/>. Дата звернення: Лист. 23, 2024.

Стаття надійшла до редакції 14.03.2025

REFERENCE

- [1] S. Salnyk “Methodology of intelligent control of the interaction of control system elements in mobile radio networks”, *Information Technology and Security*, vol. 10, iss. 2, pp. 241-249, 2022, doi: <https://doi.org/10.20535/2411-1031.2022.10.2.270584>.
- [2] Decision support system. [Online]. Available: <https://wiki.loginom.ru/articles/decision-support-system.html>. Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [3] O. Lavrut, T. Lavrut, O. Klymovych, and Y. Zdorenko, “Latest technologies and means of communication in the Armed Forces of Ukraine: the path of transformation and development prospects”, *Scien. & Tech. of the Air Force of the AF of Ukraine*, no. 1 (34), pp. 91-101, 2019, doi: <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.34.13>.
- [4] O. Velichko, B. Demidov, M. Borysenko, V. Kovalenko, and S. Shcherbinin, “Methodological and system-conceptual provisions and aspects of building promising automated control systems”, *Col. of scien. works of the Kharkiv NU of the AF*, no. 4(74), pp. 87-95, 2022, doi: <https://doi.org/10.30748/zhups.2022.74.13>.
- [5] O. Turinsky, M. Pavlenko, G. Pevtsov, and S. Osievsky, “A method for increasing the efficiency of the functioning of a human-machine system by improving the quality of software for decision support systems”, *Scien. & Tech. of the Air Force of the AF of Ukraine*, no. 4 (41), pp. 125-132, 2020, doi: <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.41.15>.
- [6] T. Bilova, V. Dyomina, S. Mar'in, and I. Pobyzhenko, “Using fuzzy logic to represent knowledge by temporal precedents under conditions of uncertainty”, *Information Processing Systems*, no.1 (172), pp. 7-12, 2023, doi: <https://doi.org/10.30748/soi.2023.172.01>.
- [7] T. Zheldak, L. Koryashkina, and S. Us, *Fuzzy sets in control and decision-making systems: tutorial*. Dnipro, Ukraine: NTU “Dniprovsk Polytechnica”, 2020.
- [8] Intellectual methods in management. [Online]. Available: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/3/19/3-19-kl19.pdf>. Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [9] Knowledge representation models. [Online]. Available: <https://studfile.net/preview/4001647/>. Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [10] Knowledge representation models: types, classification and application methods. [Online]. Available: <https://presa.com.ua/navchannia/modeli-podannya-znan-vidi-klasifikatsiya-ta-metodi-zastosuvannya.html>. Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [11] V. Meitus, “Knowledge Representation in Intelligent Systems”, *Scientific Notes of the National University “Kyiv-Mohyla Academy”, Computer Science*, vol. 177, pp. 4-9, 2015. [Online]. Available: <https://ezp.ukma.edu.ua/bitstreams/da3af8be-9800-4300-ba0c-9fd7eabb3397/download>. Accessed on: Oct. 14, 2024.
- [12] P. Fedoruk, and S. Maslovsky, “Knowledge Representation Model in the Adaptive Distance Learning and Knowledge Control System EduPRO”, *Artificial Intelligence*, no. 3, pp. 463-472, 2011. [Online]. Available: https://jai.in.ua/index.php/apxiv?paper_num=1201. Accessed on: Dec. 12, 2024.

- [13] Lecture 5. Fuzzy model of knowledge representation. [Online]. Available: <https://studfile.net/preview/14517611/>. Accessed on: Jan. 17, 2025.
- [14] Neural fuzzy networks. Fuzzy logic in MatLab. [Online]. Available: <https://studfile.net/preview/5474324/page:3/>. Accessed on: Feb. 23, 2024.

SERHII SALNYK

MODEL OF KNOWLEDGE PRESENTATION IN MOBILE RADIO MEDIA DECISION SUPPORT SYSTEMS

The article proposes a model of knowledge representation in decision support systems for mobile radio communication. In the course of the work, the process of construction and the process of functioning of modern mobile radio communications were considered, the essence of decision support systems and the main classes of decision support systems were revealed. An analysis of the latest research on methods of presenting knowledge, the functioning of management systems, decision support systems, and mobile radio communication tools was carried out. The essence of the concept of knowledge and the system of presenting knowledge were also revealed. The levels of knowledge representation are considered, a generalized classification of types of knowledge representation methods is indicated. It was indicated that the main issue in building knowledge representation systems is the choice of the form of knowledge representation. Also, the knowledge representation model should characterize the tasks being solved, and should be built consistently on the basis of appropriate templates, properties, program characteristics, interaction language, etc. Also, the work puts forward requirements for the development of a decision support model, taking into account the need for its use in mobile radio communication tools, and suggests a method of modification and development of such a model. The essence of the model consists in the modification of the decision-making support process, a method of adapting the production and neuro-fuzzy way of presenting knowledge, taking into account the conditions of operation of mobile radio communication tools to improve the effectiveness of decision-making support. The proposed model, thanks to the correct formulation of the research task and the use of a proven mathematical apparatus, satisfies the requirements for the development of such a model and allows to increase the speed and accuracy of decision support. As a result, the goal of developing a knowledge representation model in decision-making support systems of mobile radio communication tools to systematize the management process and improve the performance indicators of the decision-making support system based on the use of proven mathematical devices was achieved.

Keywords: mobile radio communication, radio communication tools, decision support, knowledge representation, neural networks.

Сальник Сергій Васильович, кандидат технічних наук, заступник начальника Науково-дослідного центру, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна. ORSID 0000-0003-4463-5705, s.sergey@i.ua.

Salnyk Serhii, candidate of technical sciences, deputy head of the Scientific Research Center, Institute of special communications and information protection of National technical university of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine.