

## РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ МАНІПУЛЯТОРА ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

**Світлана Сотник**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки,

Харківський національний університет радіоелектроніки, просп. Науки, 14, Харків, Україна, 61166, [svetlana.sotnik@nure.ua](mailto:svetlana.sotnik@nure.ua)

**ORCID: 0000-0002-6035-2388**

Сучасні промислові підприємства все частіше впроваджують роботизовані комплекси для автоматизації виробничих процесів, що потребує ретельного вибору маніпуляторів промислових роботів. У цій статті розглядається розробка автоматизованої інформаційно-пошукової системи, яка дає змогу швидко та точно підбирати відповідне обладнання, враховуючи технічні й експлуатаційні характеристики. Запропоновано математичну модель вибору маніпуляторів і визначено критерії їх вибору. Розроблено структуру бази даних та алгоритм функціонування, які реалізовано в програмному продукті вибору маніпуляторів за технічними характеристиками, країною виробника та фірмою, а специфікою розробки є модуль для розрахунку вантажопідйомності. Актуальність дослідження підкреслюється переходом до концепції Індустрії 4.0, де критично важливими є швидкість та точність прийняття рішень для вибору обладнання серед великої кількості доступних моделей маніпуляторів. Традиційний пошук потребує значних затрат часу через відсутність централізованої бази даних і розмаїття технічних характеристик. Розроблена математична модель базується на теорії нечіткої логіки з інтегральною оцінкою та ваговими коефіцієнтами, що дає змогу здійснювати багатокритеріальний вибір в умовах невизначеності. Унікальною особливістю системи є врахування температурного діапазону експлуатації як критерію вибору. Система реалізована з використанням вебтехнологій HTML, PHP, JavaScript та MySQL із структурою бази даних із чотирьох взаємопов'язаних таблиць. Розроблений алгоритм забезпечує валідацію вхідних даних, формування параметризованих SQL-запитів та відображення результатів у зручному форматі. Практична цінність полягає у скороченні часу вибору маніпуляторів, підвищенні точності підбору обладнання та зменшенні ймовірності помилок завдяки автоматизації розрахунків. Проведено порівняльний аналіз з аналогічною системою, який підтвердив переваги розробленого рішення для вирішення складних інженерних задач.

**Ключові слова:** автоматизована, інформаційно-пошукова система, вибір, маніпулятор, промислові роботи.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Сучасні промислові підприємства активно впроваджують робототехнічні комплекси для автоматизації виробничих процесів, що сприяє підвищенню їхньої продуктивності, точності та ефективності [1–3]. Згідно з дослідженням Markets and Markets (2023), ринок промислової робототехніки до 2027 року зросте до \$75,6 млрд, а кількість моделей маніпуляторів перевищує 10 000 одиниць, що ускладнює їх вибір. Важливість оптимізації цього процесу підкреслюється переходом до концепції Індустрії 4.0, де ключову роль відіграють швидкість та точність ухвалення рішень. Важливою частиною цього процесу є пошук інформації про маніпулятори промислових роботів (ПР), оскільки вибір відповідного обладнання потребує врахування численних технічних, економічних та експлуатаційних параметрів. Однак отримання необхідної інформації про маніпулятори може бути складним через велику кількість доступних моделей, розмаїття технічних харак-

теристик і відсутність єдиної централізованої бази даних. Традиційний пошук часто потребує значних затрат часу та зусиль, що може призводити до помилок і неефективних рішень. Автоматизована інформаційно-пошукова система (АІПС), яка надаватиме структуровані дані про маніпулятори ПР, значно полегшить цей процес. Вона дасть змогу швидко отримувати необхідну інформацію, порівнювати характеристики різних моделей і знаходити обладнання, яке відповідає заданим вимогам. Це сприятиме прискоренню процесу прийняття рішень, зменшенню витрат на пошук інформації та підвищенню ефективності впровадження робототехнічних систем.

Таким чином, розробка такої системи є актуальною задачею, особливо в контексті глобальних ініціатив, як-от програма ЄС Horizon Europe, яка фінансує цифрові двійники промислового обладнання. Система дасть змогу створити зручний інструмент для отримання необхідних даних про маніпулятори ПР, що підвищить ефективність

роботи інженерів, проєктувальників і виробничих підприємств в умовах децентралізації виробництва та дефіциту кваліфікованих кадрів.

Метою роботи є розробка автоматизованої інформаційно-пошукової системи вибору маніпулятора ПР.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Сучасні роботи знайшли застосування в різних сферах промислового виробництва. Вони широко використовуються в автомобільній, електронній, металургійній, харчовій і фармацевтичній галузях, а також у складальних процесах, логістиці та автоматизованому контролю якості продукції.

Аналіз наукової літератури свідчить про зростаючий інтерес до розробки спеціалізованих АППС для вибору ПР та маніпуляторів. Наприклад, розробка стандартизованої платформи для дослідження мобільних маніпуляторів у домашніх умовах наведена в [4], але недостатньо приділено уваги програмним аспектам. Докладно методології вибору роботів описані в [5], де акцент робиться на прийнятті рішень на базі нечіткої логіки та бази даних для оцінки маніпуляторів і в [6] розглянуто «нечіткий модифікований підхід на основі відстані».

Залежно від сфери застосування ПР виконують різні завдання: маніпулятори забезпечують точне позиціонування та переміщення об'єктів, зварювальні роботи підвищують якість та швидкість виконання зварювальних операцій, роботизовані складальники мінімізують людський фактор у точних процесах, а логістичні системи автоматизують переміщення вантажів на складах і виробничих лініях.

Оскільки кількість типів і моделей ПР постійно зростає, виникає потреба у створенні ефективних АППС, які дадуть змогу швидко та зручно отримувати дані про технічні характеристики, функціональні можливості та галузеву специфіку різних маніпуляторів. Це сприятиме оптимізації виробничих процесів і вибору найбільш відповідного обладнання для конкретних завдань.

Для того щоб розробити систему вибору маніпулятора ПР, для початку було визначено критерії вибору. Технічні критерії вибору охоплюють ключові експлуатаційні характеристики маніпуляторів, серед яких вантажопідйомність як головний параметр, що визначає можливість роботи з об'єктами різної маси; радіус дії, який забезпечує відповідність робочої зони маніпулятора просторовим вимогам виробництва; кількість осей, що визначає ступені свободи та гнучкість маніпулятора для виконання складних операцій; температура ек-

сплуатації, яка дає можливість підібрати обладнання з урахуванням специфічних умов середовища. Вирішено додати критерій «пошуку за виробником», включно з країною та фірмою-виробником, що забезпечить відповідність локальним стандартам безпеки та сертифікації, доступність сервісного обслуговування та запчастин, а також врахування репутації виробника й надійності обладнання.

Запропоновано математичну модель вибору маніпулятора ПР ( $M_i$ ), де множини маніпуляторів формалізовано, як

$$M_i = \{m_1, \dots, m_n\}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

де  $n$  – загальна кількість маніпуляторів ПР. Тоді,  $C_j(m_i)$  – значення  $j$ -го критерію для  $i$ -го маніпулятора:  $C_1$  – вантажопідйомність,  $C_2$  – радіус дії,  $C_3$  – кількість осей,  $C_4$  – температурний діапазон,  $C_5$  – країна-виробник,  $C_6$  – фірма-виробник;  $C_7$  – повторюваність.

Нормалізація для кількісних критеріїв  $C_1 - C_3$ :

$$\bar{C}_j(m_i) = \frac{C_j(m_i) - C_j^{\min}}{C_j^{\max} - C_j^{\min}}. \quad (2)$$

Нормалізація для температури  $C_4$ :

$$\bar{C}_4(m_i) = 1 - \frac{|T_{mid}^i - T_{req}|}{\max_i |T_{mid}^i - T_{req}|}, \quad (3)$$

де  $T_{mid}^i$  – середнє значення температурного діапазону для  $i$ -го маніпулятора;  $T_{req}$  – це необхідна робоча температура середовища, у якому планується використовувати маніпулятор. Нормалізація для  $C_5, C_6, C_7$  – бінарні значення (0/1) відповідності вимогам. Тоді обмеженнями будуть:  $C_1(m_i) \geq P_{req}$  – мінімальна вантажопідйомність;  $C_2(m_i) \geq R_{req}$  – мінімальний радіус дії;  $T_{min}^i \leq T_{req} \leq T_{max}^i$  – відповідність температурному режиму.

Тому інтегральну оцінку представимо як:

– вагові коефіцієнти:  $\sum_{j=1}^7 w_j = 1, w_j \geq 0$ ;

– оцінка:  $F(m_i) = \sum_{j=1}^7 w_j \cdot \bar{C}_j(m_i)$ ;

– оптимальний вибір:  $m^* = \arg \max_{m_i \in M'} F(m_i)$ , де  $M'$  – підмножина маніпуляторів, що задовольняють обмеженням.

Для розширення можливостей вибору маніпуляторів в умовах невизначеності пропонується нечітка модифікація моделі, де інтегральна:

$$F_{fuzzy}(m_i) = \min_j \{ \max(\mu_j(C_j(m_i)), 1 - w_j) \},$$

де  $\mu_j$  – функції належності для критеріїв.

Після визначення критеріїв вибору можна перейти до розробки концептуального дизайну та технічної реалізації системи.

Далі розроблено схему автоматизованої інформаційно-пошукової системи для пошуку маніпулятора, що є важливим інструментом для наочності й розуміння структури та функціонування системи (рис. 1). Вона дасть змогу чітко відобразити всі компоненти системи, їх взаємозв'язки та процеси обробки інформації, що сприяє більш ефективному проектуванню, розробці та впровадженню системи.

Представлена схема (рис. 1) відображає структуру автоматизованої інформаційно-пошукової системи, яка починається з блоку введення інформації. Після введення дані переходять до блоку документів, звідки спрямовуються на аналіз предметного змісту. Результати аналізу ведуть до виявлення понять і документів, які разом із паралельним блоком виявлення понять і документів сходяться до центрального елемента – вираження виявлених понять через терміни індексування. Цей центральний блок взаємодіє з контролюючим словником та веде до пошукових приписів. Внизу схеми розташований додатковий цикл, де записи проходять через аналіз предметного змісту, який пов'язаний із виявленням поняття. Останнє також з'єднується з блоком вираження виявлених понять через терміни індексування. Завершується схема блоком виходу, який отримує дані від аналізу предметного змісту.

Така структура забезпечує комплексний підхід до пошуку інформації, де кожен етап логічно пов'язаний із наступним, створюючи ефективний механізм обробки та пошуку даних. Система передбачає як прямі процеси обробки інформації,



Рис. 1. Схема автоматизованої інформаційно-пошукової системи

так і зворотні зв'язки, що дає змогу покращувати точність пошуку та якість результатів.

Для виконання поставленої задачі, а саме розробки АПС вибору маніпулятора ПР, було використано три мови. Кожна мова призначена для конкретної роботи, тим самим розширює і певною мірою спрощує виконання поставленої задачі. HTML, PHP та JavaScript є обґрунтованими технологіями для розробки АПС вибору маніпуляторів ПР.

Оскільки PHP використовуватиметься для серверної частини, то як СУБД вибрано MySQL, що забезпечить ефективну взаємодію серверного коду з даними. Розроблену базу даних (БД) інформаційно-пошукової системи маніпулятора ПР наведено на рис. 2.

БД має 4 таблиці: name\_firm; developer; model; options. Таблиця Name\_firm зберігає унікаль-

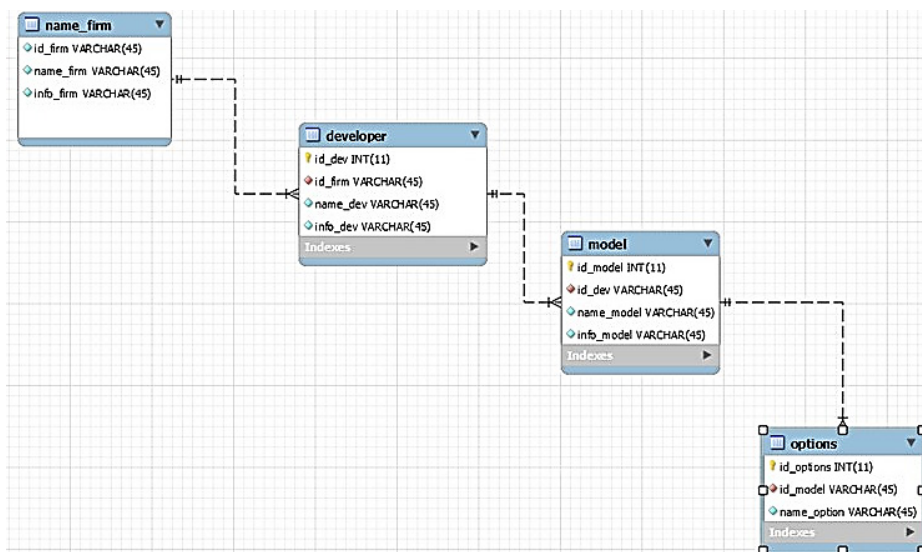


Рис. 2. База даних АПС маніпулятора промислового робота

ний ідентифікатор кожної компанії та її назву. Таблиця Developer містить інформацію про всіх виробників маніпуляторів ПР, включно з їхніми назвами й унікальними ідентифікаторами в базі даних. Таблиця Model відповідає за зберігання інформації про маніпулятор, а також детальний його опис. Таблиця Options відповідає за зберігання параметрів маніпуляторів, зв'язуючи параметр з унікальним ідентифікатором моделі.

Після розробки БД з усіма необхідними таблицями та зв'язками між ними наступним кроком була розробка алгоритму роботи системи, який визначить послідовність дій і логіку функціонування АПС вибору маніпуляторів ПР (рис. 3). Алгоритм починається з ініціалізації системи, після чого здійснюється перевірка підключення до бази даних. Ця перевірка є критичною для раннього виявлення проблем із доступом до даних. Після успішного підключення система завантажує інтерфейс пошукової системи, який надає користувачу інструменти для взаємодії.

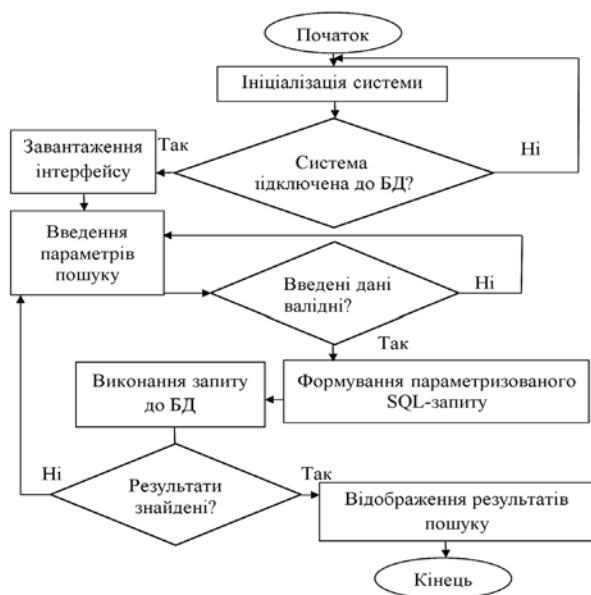


Рис. 3. Алгоритм роботи АПС вибору маніпуляторів ПР

На етапі введення параметрів пошуку користувач може вказати технічні характеристики маніпуляторів, які його цікавлять: вантажопідйомність, радіус дії, кількість осей і специфічні параметри типу температура експлуатації. Уведені дані проходять ретельну валідацію для запобігання некоректному формуванню запитів. Якщо валідація виявляє помилки, система інформує користувача про конкретні проблеми та повертає його до етапу введення параметрів. Коректні дані

використовуються для формування параметризованого SQL-запиту з відповідними фільтрами, що забезпечує захист від SQL-ін'єкцій і покращує продуктивність пошуку.

Після виконання запиту до БД система перевіряє наявність результатів. У разі відсутності відповідних маніпуляторів алгоритм пропонує користувачу повернутися до введення параметрів, можливо, з розширеними критеріями пошуку. Якщо результати знайдено, система відображає їх у зручному форматі з можливістю порівняння характеристик різних моделей та експорту даних у потрібному форматі. Цей циклічний процес дає змогу користувачу ітеративно уточнювати параметри пошуку для знаходження оптимального маніпулятора промислового робота під конкретні виробничі задачі.

Під час розробки інтерфейсу АПС для маніпулятора ПР було використано середовище розробки Eclipse. Після запуску системи користувач потрапляє на головний екран пошукової системи (рис. 4), де може ввести відомі йому параметри промислового робота-маніпулятора.

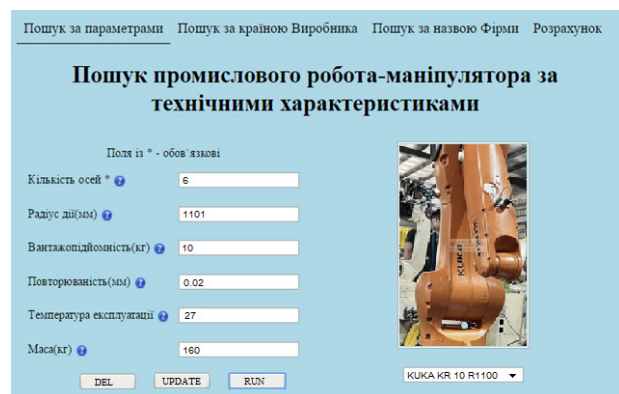


Рис. 4. Головне вікно системи

Система також забезпечує відображення підказок для кожної характеристики, що допомагає користувачу швидше знайти потрібний маніпулятор. Це дає змогу зменшити час пошуку відповідної моделі.

Результатом пошуку за потрібними параметрами відображується у вигляді списку, якщо користувача цікавить більш докладна інформація про найдений маніпулятор, то користувач натискає на картинку, система, зі свого боку, надає окремо інформацію про маніпулятор з його повним описом і детальними технічними характеристиками. Також розроблена система дає можливість здійснювати пошук потрібного маніпулятора за назвою країни виробника (рис. 5) та

за назвою фірми (для цього потрібно перейти у вкладку «Пошук за назвою фірми»).

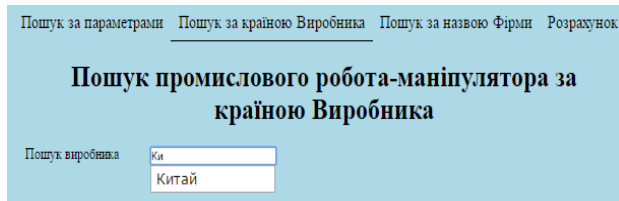


Рис. 5. Вікно пошуку потрібного маніпулятора за назвою країни виробника

Якщо користувач не впевнений у значеннях основних характеристик, система надає можливість обчислити ключовий технічний параметр – вантажопідйомність. Після натискання кнопки «Розрахунок» користувач може самостійно виконати необхідні обчислення, використовуючи подані в системі дані. Отримавши значення вантажопідйомності робота-маніпулятора, користувач може округлити результат і ввести його в пошук за параметрами.

Приклад розрахунку вантажопідйомності наведено на рис. 6. На цьому рисунку показано інтерфейс для розрахунку вантажопідйомності обладнання. Інтерфейс містить поля для введення даних: коефіцієнт маси захвата, коефіцієнт, який враховує тип привода, маса об'єкта маніпулятора та кнопку «Розрахувати» для виконання обчислень. Також розміщено довідкову таблицю з коефіцієнтами для різного обладнання. Наведено додаткову інформацію про значення коефіцієнтів для різних типів приводів і ряд рекомендованих значень для округлення отриманої вантажопідйомності. Інтерфейс має простий і зрозумілий дизайн.

Для оцінки ефективності запропонованої АППС проведено порівняльний аналіз з наявними аналогами, зокрема [7] наведені в табл. 1.

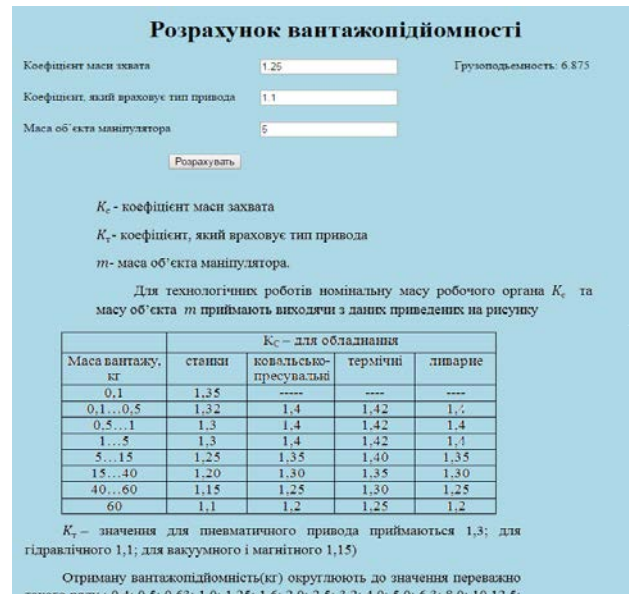


Рис. 6. Вікно розрахунку вантажопідйомності робота-маніпулятора

Отже, запропонована АППС є кращою, ніж аналог [7] для розв'язання складних інженерних задач підбору роботів-маніпуляторів завдяки впровадженню математичного апарату з нечіткою логікою та ваговими коефіцієнтами, що дає змогу приймати оптимальні рішення навіть за неповних вхідних даних. Унікальний калькулятор вантажопідйомності та систематизована база даних забезпечують інтелектуальну підтримку інженерних рішень, яка виходить далеко за межі простої фільтрації товарів. Та основною відмінністю розробленої АППС є параметр – температура експлуатації.

**ВИСНОВКИ.** У роботі вперше запропоновано математичну модель вибору маніпуляторів ПР, яка інтегрує температурний діапазон експлуатації та базується на теорії нечіткої логіки, що дає змогу здійснювати багатокритеріальний вибір

Таблиця 1

Порівняння розробленої АППС вибору маніпуляторів з аналогом [7]

Характеристика	Розроблена АППС	Система Electrotorg [7]
Критерії вибору	Вантажопідйомність, радіус дії, кількість осей, температурний діапазон, країна-виробник, фірма-виробник, повторюваність	Кількість ступенів свободи, наявність, бренд, максимальне корисне навантаження, застосування, ступінь захисту, діапазон руху, радіус дії, вертикальне переміщення, вага робота
Математичний апарат	Інтегральна оцінка з ваговими коефіцієнтами та функціями належності для нечіткої логіки	Використовує стандартні методи фільтрації за параметрами без видимих ознак використання складних математичних моделей
Технології	HTML, PHP, JavaScript, MySQL	CMS (OpenCart).
Додаткові функції	Калькулятор вантажопідйомності з коефіцієнтами для різних типів приводів	Кошик, оформлення замовлення, порівняння товарів
Валідація даних	Передбачена валідація вхідних параметрів користувача	Стандартна валідація форм інтернет-магазину

в умовах невизначеності початкових даних. Розроблено структуру бази даних із 4 таблицями. Представлено алгоритм роботи АПС, який реалізовано в програмному продукті з використанням HTML, PHP, JavaScript та MySQL. Тож за допомогою розробленої АПС можна ефективно здійснювати пошук маніпулятора ПР за технічними параметрами: кількість осей, вантажопідйомність, радіус дії, кількість осей тощо. Практична цінність розробленої системи полягає в скороченні часу на вибір відповідного маніпулятора та підвищенні точності підбору обладнання завдяки врахуванню множини параметрів та специфічного параметра – температури експлуатації. Важливим аспектом є також зменшення ймовірності помилок у виборі маніпуляторів через автоматизацію процесу розрахунку вантажопідйомності та наявність довідкових даних безпосередньо в системі. Інтеграція розрахункового модуля безпосередньо в систему пошуку дає змогу користувачам оперативно визначати необхідні технічні параметри без звернення до додаткових джерел інформації. Реалізація системи з використанням веб-технологій забезпечує доступність для широкого кола користувачів і можливість роботи з різних пристроїв, що особливо важливо в умовах сучасного виробництва. За результатами проведеного порівняльного аналізу розробленої АПС з аналогом визначено, що запропонована система є кращою для розв'язання складних інженерних задач і має ключову відмінність – розрахунок вантажопідйомності. Перспективами подальшого розви-

тку системи є впровадження елементів штучного інтелекту для формування рекомендацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Zarubin I. et al. Basic principles of building aerial robots. *Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII st International Conference (October 25–26, 2024)*. Kharkiv : CITAR, 2024. P. 32–36.
2. Lashyn Z.V. et al. Automation capabilities of equipment with built-in robot for manufacture of microelectronics products. *Proceedings of the XVII International scientific and practical conference “Information technologies and automation – 2024”*. Odesa : ONTU, 2024. P. 283–286.
3. Sotnik S.V., Usenko Ye.S., Shakhov P.V. Safe cobots in development of industrial robotics. *Diss. Barca Academy Publishing. The 8th International scientific and practical conference “European scientific congress” (September 4–6, 2023)*. Madrid, Spain : Barca Academy Publishing, 2023. P. 201–205.
4. Yamamoto T. et al. Development of human support robot as the research platform of a domestic mobile manipulator. *ROBOMECH journal*. 2019. Vol. 6 (4). P. 1–15.
5. Ic Y.T., Yurdakul M., Dengiz B. Development of a decision support system for robot selection. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 2013. Vol. 29 (4). P. 142–157.
6. Garg R.K., Garg R. Decision support system for evaluation and ranking of robots using hybrid approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2021. Vol. 70 (9). P. 3283–3296.
7. Промислові роботизовані маніпулятори TM ElectroTorg. URL: [https://electrotorg.biz.ua/category/promyshlennyye-roboty-manipulyatory-tm-electrotorg?srsltid=AfmBOoqdASn7rtY4-dnn1cN9Zr666W5-JqrO\\_JbgKH17Ushwz7Vj7znl](https://electrotorg.biz.ua/category/promyshlennyye-roboty-manipulyatory-tm-electrotorg?srsltid=AfmBOoqdASn7rtY4-dnn1cN9Zr666W5-JqrO_JbgKH17Ushwz7Vj7znl).

## DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM FOR CHOOSING AN INDUSTRIAL ROBOT MANIPULATOR

**Svitlana Sotnik**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Robotics,

Kharkiv National University of Radio Electronics, 14 Nauki ave., Kharkiv, Ukraine, 61166, svetlana.sotnik@nure.ua

**ORCID: 0000-0002-6035-2388**

Modern industrial enterprises are increasingly implementing robotic complexes for production process automation, which requires careful selection of industrial robot manipulators. This article examines the development of an automated information retrieval system that enables rapid and accurate selection of appropriate equipment, considering technical and operational characteristics. A mathematical model for manipulator selection is proposed and selection criteria are defined. The database structure and functioning algorithm are developed and implemented in a software product for manipulator selection based on technical characteristics, manufacturer country and company, with the development specificity being a module for payload calculation. The research relevance is emphasized by the transition to the Industry 4.0 concept, where speed and accuracy of decision-making in equipment selection among a large number of available manipulator models are critically important. Traditional search requires significant time expenditure due to the absence of a centralized database and diversity of technical characteristics. The developed mathematical model is based on fuzzy logic theory with integral assessment and weight coefficients, enabling multi-criteria selection under uncertainty conditions. A unique feature of the

system is the consideration of operating temperature range as a selection criterion. The system is implemented using web technologies HTML, PHP, JavaScript, and MySQL with a database structure of four interconnected tables. The developed algorithm ensures input data validation, parameterized SQL query formation, and results display in a convenient format. The practical value lies in reducing manipulator selection time, improving equipment selection accuracy, and decreasing error probability through calculation automation. A comparative analysis with an analogous system was conducted, which confirmed the advantages of the developed solution for solving complex engineering tasks.

**Key words:** automated, information retrieval system, selection, manipulator, industrial robots.

## REFERENCES

1. Zarubin, I. et al. (2024). Basic principles of building aerial robots. In *Manufacturing & Mechatronic Systems 2024: Proceedings of VIII International Conference (October 25–26, 2024)* (pp. 32–36). Kharkiv: CITAR.
2. Lashyn, Z.V. et al. (2024). Automation capabilities of equipment with built-in robot for manufacture of microelectronics products. In *Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Automation – 2024"* (pp. 283–286). Odesa: ONTU.
3. Sotnik, S.V., Usenko, Ye.S., & Shakhov, P.V. (2023). Safe cobots in development of industrial robotics. In *Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference "European Scientific Congress" (September 4–6, 2023)* (pp. 201–205). Madrid, Spain: Barca Academy Publishing [in English].
4. Yamamoto, T. et al. (2019). Development of human support robot as the research platform of a domestic mobile manipulator. *ROBOMECH Journal*, 6 (4), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40648-019-0146-z>.
5. Ic, Y.T., Yurdakul, M., & Dengiz, B. (2013). Development of a decision support system for robot selection. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29 (4), 142–157. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2012.11.002>.
6. Garg, R.K., & Garg, R. (2021). Decision support system for evaluation and ranking of robots using hybrid approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70 (9), 3283–3296. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3083498>
7. Promyslovi robotyzovani manipulatory TM ElectroTorg [Industrial robotic manipulators TM ElectroTorg]. (n.d.). Retrieved from <https://electrotorg.biz.ua/category/promyshlennyye-roboty-manipulyatory-tm-electrotorg> [in Ukrainian].

Стаття надійшла 12.02.2025