ДОДАТОК А

Апробація наукових результатів дослідження

Міністерство освіти і науки України

NURE

Харківський національний університет радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]

KITAP

http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam

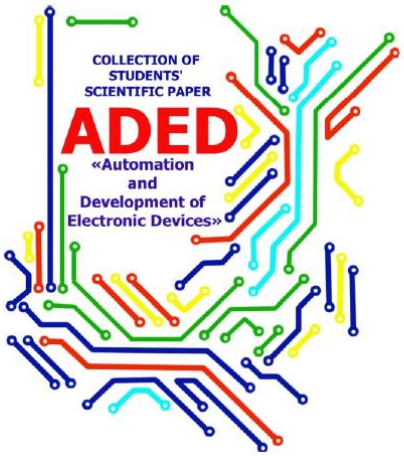
iTeD

http://itez.zntu.edu.ua/

http://kafea.kdu.edu.ua

Харків 2023

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(КІТАР)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2023

Головий редактор **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Редакційна колегія: **Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Андрусевич Анатолій Олександрович, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету

Косенко Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємство «Південний державний проектно- конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».

Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.

Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».

Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Демська Наталія Павлівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».

Відповідальний редактор: **Євсєєв Владислав В'ячеславович,** доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 2. – 408с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 2 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National Universitety of Radio Elektronics [electronic edition], 2023. – 408p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 4 від 30.11.2023

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2023 рік

ЗМІСТ

Я.І. Халімонов
Перспективи: Автоматизації вимірювання умов у житлових та робочих приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих рішень ……. 9
Є.Ю. Гавриков, А.Я. Осман
Дослідження технологій виробництва деталей на 3D принтері ……. 12
А.С. Андреєв
QR-коди в науці та техніці …….. 17
F. Kyrpota
Development of Automated Environmental Control System for Portable Greenway Section . 23
К.К. Стеценко
Моделювання BEAM-робота в середовищі TINKERCAD …….. 27
О.В. Удовиченко
Вплив розвитку штучного інтелекту на комп'ютеризовані та робототехнічні системи .. 30
Б.О. Чеснаков
3D моделювання роботизованої платформи для гуманітарного розмінуванні ……. 33
Є.В. Шевченко
Розробка кіберфізичної системи моніторингу технологічних процесів на виробництві . 37
Є.О. Єфімік
Розроблення концепт макету малогабаритного мобільного робота підвищеної прохідності …….. 44
М. Манічкін
Аналіз кінематики та розробка моделі розрахунків елементів матриці гомогенних перетворень для зооморфного мобільного робота ……. 49
М.М. Моргунов
Розробка методу передачі інформації всередині статичного зображення для мобільних роботів ……. 55
Є.С. Ключник
Аналіз систем автоматизованого свердління у Industry 4.0 …… 61
О.Д. Юрченко
Розроблення системи моніторингу роботи засобів виробництва та персоналу приладобудівного приміщення з використанням ESP32-CAM …….. 66
М.О. Бендеберя
Розробка алгоритммічно-функціональної моделі робота маніпулятора на базі ABB Robot Studio …….. 74
І.В. Балабанов
Визначення залежності часу та інтенсивності випромінювання на температуру фотополімерної смоли ……. 79
М.Д. Лисун
Аналіз кінематик 3D принтерів за технологією FDM/FFF …….. 83
С.В. Шматко
Аналіз сучасних роботів телеприсутності, як людського помічника ……. 87
І.С. Коваленко
Перспективи розвитку повітряної робототехніки …… 92
М.С. Лубінець
Розроблення методу прокладення траєкторії руху робота-сапера на основі даних від металошукача …….. 97

О.О. Рак
Розробка автоматизованого модуля моніторингу параметрів об'єктів критичної інфраструктури 104
О.І. Черненко
Автоматизація процесу сортування деталей на виробництві 109
О.А. Тищенко
Моделювання пристрою позиціонування вантажного робота 114
В.О. Веснянка
Розроблення інформаційної системи для оптимізації бізнес-процесів закладу харчування 121
Ю.А. Бердник
Аналіз сучасних автономних роботизованих платформ 126
М.В. Звєгінцев
Розробка модуля позиціонування сонячних панелей 133
Д.Д. Лещенко
Моделювання руху маніпулятора робота з використанням динамічної ланки з прямою та зворотною кінематикою 138
П.М. Савченко
Огляд датчиків положення для обладнання, що працює в умовах аварійних відключень електроживлення 142
П.М. Савченко
Створення сучасних систем управління з застосуванням мікропроцесорної техніки та засобів автоматизації 148
Є.Р. Васильченко
Огляд принципів побудови пожежно-охоронної системи 153
А.Д. Єчевський
Система моніторингу та управління параметрами мікроклімату в офісних приміщеннях 159
А.І. Конєва
Перспективи розвитку безпілотних систем 164
В.І. Фомін
Використання робототехнічних систем з елементами штучного інтелекту в приладобудуванні 171
В.І. Фомін
Застосування 3D-друку у виробництві та промисловості 177
О.В. Чернишенко
Оптимізація маршрутів в логістичних мережах виробничого процесу 182
Р.Р. Шаталюк
Використання віртуальної та доповненої реальності для навчання та симуляцій у робототехніці 188
Р.Р. Шаталюк
Програмування мікроконтролерів для автоматизації систем 193
Т.А. Лихо
Вибір обладнання для розробки мобільного робота для відеонагляду 197
В.О. Александров
Безпілотні літальні апарати. види, технічні особливості, автоматизація 203
С.О. Вінниченко
Еволюція виробництва: Роль MES-системи у оптимізації та контролі промислових 208

процесів на підприємстві ……
А.В. Готовська
Підтримка прийняття рішень в технології проєктування роботизованого виробничого процесу …… 213
Я.В. Олінкевич
Впровадження erp-системи на виробництві …….. 219
М. Коваленко
Схема керування транспортними роботами на основі візуальних ознак ……... 223
В.К. Маковєєва
Контейнеризація та оркестрація: DOCKER та KUBERNETES ……..…… 228
Д.Р. Придатько
Огляд методів розпізнавання об'єктів за допомогою систем технічного зору …….. 234
А.А. Большаков
Розроблення архітектури SCADA-системи гнучкого виробництва та вибір апаратних засобів ……... 239
В.С. Головіна
Розроблення системи керування мобільним пошуково-рятувальним роботов ……. 244
Д.В. Мілько
Дослідження програмного методу визначення відстані до об’єкту за допомогою параметрів камери ……... 250
І.А. Манякін
Аналіз методів автоматичного розпізнавання осіб …….. 254
Ю.С. Візір
Автоматичне енергоефективне управління освітленістю з використанням кіберфізичних підходів в умовах виробництва …… 259
В.І. Дульський
Методи оптимізації керуючих програм для верстатів з ЧПУ ……. 264
М.С. Карпов
Використання бездротових мереж для організації контролю в промисловості …… 269
М.А. Пісклов
Алгоритми створення та оптимізації розкладу для загальноосвітніх навчальних закладів ……. 275
А.Ю. Губарь
Веб-додаток для моніторингу та управління запасами в 3D-друкарні …….. 281
І.А. Поддубняк
Аналіз сучасних візуальних SLAM систем в робототехніці ……... 286
Д.П. Редько
Технології транспортування вибухонебезпечних предметів за допомогою роботизованого пристрою ……... 292
В.О. Заікін
Роботизовані системи та їх застосування у інноваційних методах виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів ……. 296
К.О. Вадурін, А.С. Шандро
Розробка структури інформаційно-аналітичної система для збору, обробки та аналізу даних щодо використання енергетичних ресурсів багатоповерховою будівлею ……. 302
Є.М. Гриценко
Аналіз систем контролю виготовлення 3D деталей на потоковому роботизованому виробництві …….. 309

В.А. Савін
Класифікація роботизованих систем для пошуку вибухонебеспечних предметів …….. 319
М. Збітнєв
Аналіз мобільних робототехнічних платформ для гуманітарного розмінування ……. 329
В.А.Сторожук В.А., М.А. Вісковатов
Розробка інтелектуального модуля для моніторингу параметрів на базі IIoT …….. 334
М.В. Толстий
Аналіз методів намотування дротів на станках з ЧПУ у роботизованому виробництві . 340
В.В. Цешевський
Огляд сучасних конструктивних схем роботів для переміщення сходами ……... 354
О.О. Зибенко
Інновації та досягнення в електророерозійній обробці: формування комп'ютерно-інтегрованого виробництва …… 356
К.О. Левченко
Моделювання автоматизованого комплексу безтарного сховища сировини …… 361
О.Д. Нікулін
Конвеєрні технології та автоматизація у аддативному виробництві …… 364
Д.В. Пархоменко
Аналіз систем інжекції з'єднувальної речовини у технології 3D друку 3DP …… 370
К.Є. Скрипник
Моделювання та розрахунок дозування пластику у шнековому екструдері …… 374
С.Ю. Мірошніченко
Автоматизована система управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів 381
В.Є. Тараненко
технологія екструзійного 3D друк без підтримок …… 386
Є.О.Зуєв, М.Ю. Лучанінов
Дослідження методів автономного позиціонування та навігації робототехнічних мобільних платформ …… 390
О.С. Пащенко, К.О. Зозуля
Сучасне виробництво з використанням комп'ютерного управління та інформаційних технологій …… 394
Є.Г. Федосєєв
Аналіз методів імітаційного моделювання технологічних процесів складання ……... 401
К.С. Редькін
Локальна навігація мобільного робота в приміщенні …….. 404

УДК (519.81+004.9):658.512

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Готовська А.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14
E-mail: alona.hotovska@nure.ua

Анотація: У роботі проведено аналіз сучасного стану проблеми оптимізації роботизованих виробничих технологічних процесів. Обрано схеми декомпозиції проблем проєктування та підтримки прийняття проєктних рішень. Для реалізації процедури багатокритеріального вибору найкращого варіанту побудови технологічного процесу у системі запропоновано використати метод аналізу ієрархії.

Ключові слова: варіант побудови, оптимізація, технологічний процес.

SUPPORT FOR DECISION-MAKING IN ROBOTIC PRODUCTION PROCESS DESIGN TECHNOLOGY

A. Hotovska
Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14
E-mail: alona.hotovska@nure.ua

Abstract: The paper analyzes the current state of the problem of optimization of robotic production technological processes. Schemes of decomposition of design problems and support for project decision-making were chosen. In order to implement the procedure of multi-criteria selection of the best option for building a technological process in the system, it is proposed to use the method of hierarchy analysis.

Keywords: construction option, optimization, technological process.

Характерною особливістю сучасних виробничих технологічних процесів є широке застосування засобів автоматизації та робототехніки. Застосування систем роботизованого інтегрованого виробництва відкрило новий етап розвитку комп'ютерної техніки в області автоматизації виробничих процесів. Роботизоване інтегроване виробництво являє собою виробничий підхід використання комп'ютерної- та робототехніки для проєктування та керування всім виробничим процесом, що дає можливість обміну інформацією між усіма виробничими процесами [1]. Сучасні роботизовані виробничі системи класифікуються за сферою використання, розвиненістю структури, рівнем автоматизації тощо (рис. 2) [2].

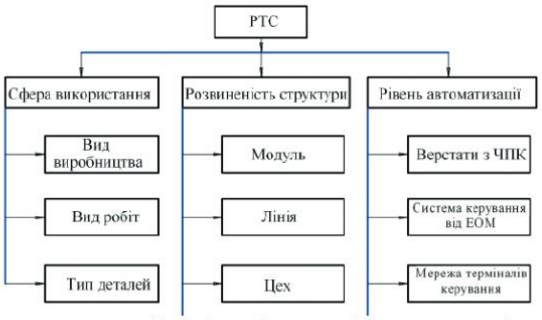


Рисунок 1 – Класифікація робототехнічних систем (РТС) [2]

Ефективність роботизованиих технологічних процесів (РТП) визначається рішеннями, що приймаються на етапах їхнього проєктування. Проєктування роботизованих технологічних процесів приладобудування з погляду автоматизації залишається складною задачею через велику кількість можливих варіантів побудови виробничого процесу (рис. 2) [2]. Рішення цієї задачі передбачає створення інтегрованих систем автоматизації проектування роботизованих технологічних процесів [3].

В основі проєктуванні РТП лежить три основні моделі:

– створення повного ланцюга виробництва;

– розподіл функцій та завдань між обладнанням;

– удосконалення сегментів виробництва.

При проєктуванні РТП застосовують системи підтримки прийняття рішення (СППР), які ґрунтуються на використанні моделей та процедур з оброблення даних для розв’язання задачі прийняття рішень у різних ситуаціях та при різних умовах [4–5].

Оптимізація РТП полягає у виборі найкращого варіанта з множини допустимих $s \in S$, які задовольняють усім функціональним і вартісним обмеженням [5–6].

Рисунок 2 – Узагальнена структура РТП [2]

На першому етапі пропонується розглядати проблему оптимізації роботизованого технологічного процесу як деяку метазадачу $MetaTask$, що складається з комплексу задач різних ієрархічних рівнів $\{Task_i^l\}$ з їх зв'язками за вхідними даними $\{InDat_i^l\}$ та результатами розв'язання $\{OutDat_i^l\}$, $l = \overline{0,2}$, $i = \overline{1,6}$ [6]:

$$MetaTask = \{Task^l\}, Task^l = \{Task_i^l\},\ Task_i^l : InDat_i^l \to OutDat_i^l. \quad (1)$$

Множина задач проєктування РТП як територіально розподіленого об'єкта на нижньому (другому) рівні $l = 2$ охоплює коло таких задач:

- $Task_1^2$ – визначення принципів побудови РТП;
- $Task_2^2$ – вибір структури (кількості і схеми сполучення обладнання);
- $Task_3^2$ – визначення місць розміщення роботизованого обладнання;
- $Task_4^2$ – вибір алгоритмів функціонування обладнання;
- $Task_5^2$ – визначення параметрів обладнання;
- $Task_6^2$ – оцінка ефективності та вибір найкращого варіанту побудови РТП.

Узагальнена схема методу автоматизованого проєктування роботизованого технологічного процесу виготовлення МЕМС-акселерометрів наведена на рисунку 3 [7].

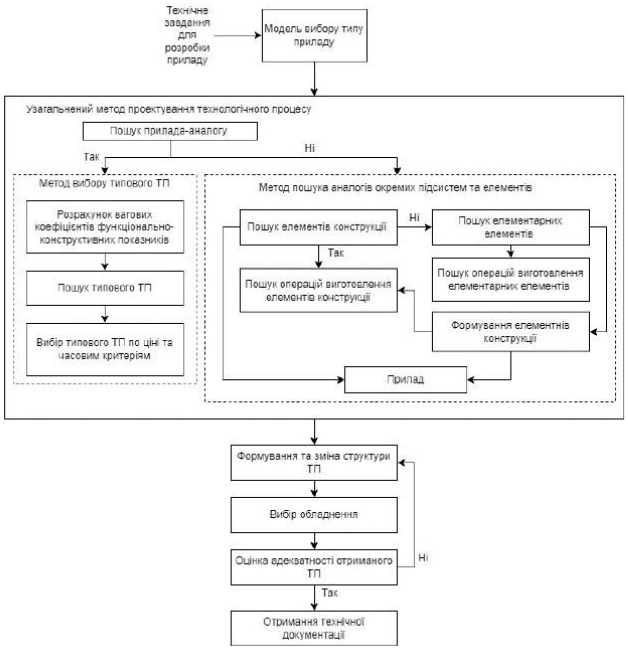


Рисунок 3 – Схема методу автоматизованого проєктування РТП [7]

Задачі прийняття рішень розв'язуються на кожному з етапів проєктування РТП за множинами різнорідних показників. Найбільш загальним є випадок прийняття рішень у процесі оцінки ефективності та вибору найкращого варіанту побудови РТП $Task_6^2$. Задача

оцінки ефективності та вибору найкращого варіанту побудови РТП є складною та неповністю формалізованою. Її декомпозиція породжує множину підзадач $Task_6^2 = \{Task_{6i}^2\}, i = \overline{1,6}$ [6]:

- $Task_{6,1}^2$ – формалізація мети проєктування РТП;
- $Task_{6,2}^2$ – формування універсальної множини проєктних рішень S^U;
- $Task_{6,3}^2$ – виділення множини допустимих рішень $S \subseteq S^U$;
- $Task_{6,4}^2$ – виділення підмножини ефективних рішень $S^E \subset S \subset S^U$;
- $Task_{6,5}^2$ – ранжування рішень $s \in S^E$;
- $Task_{6,6}^2$ – вибір найкращого варіанту побудови РТП $s^\circ \in S^E$.

Задача визначення мети $Task_{6,1}^2$ полягає у встановленні набору показників (локальних критеріїв) ефективності $k_i(s), i = \overline{1,m}$, які адекватно характеризують варіанти побудови РТП. Ця задача визначає залежність між функціональними $k_i(s) \in Q(s)$ та вартісними $k_i(s) \in C(s)$ характеристиками варіантів побудови РТП.

Задача визначення універсальної множини проектних рішень $Task_{6,2}^2$ носить комбінаторний характер. Її вирішення здійснюється виходячи із специфіки РТП та завдання на проєктування та передбачає генерацію всіх можливих варіантів його побудови S^U.

Задача визначення множини допустимих проєктних рішень $Task_{6,3}^2$ полягає у вилучені з універсальної множини S^U підмножини варіантів побудови РТП, що не задовольняють встановленим обмеження за функціональними чи вартісними показниками $\overline{S} \subset S$.

Задача виділення підмножини ефективних варіантів побудови РТП $Task_{6,4}^2$ полягає у визначені з допустимої множини $S \subseteq S^U$ підмножини неефективних рішень $S^{-E} \subset S$.

При цьому варіант побудови РТП називається ефективним $s^\circ \in S^E$, якщо на множині допустимих варіантів S немає таких $s \in S$, для яких були б справедливі нерівності:

$$k_i(s) \geq k_i(s^E), \text{де } k_i(s) \to max, \tag{2}$$

$$k_i(s) \leq k_i(s^E), \text{де } k_i(s) \to min. \tag{3}$$

Ранжування ефективних проєктних рішень $Task_{6,5}^2$ та вибір найкращого рішення $Task_{6,6}^2$ базується на двох підходах. При використанні першого впорядкування множини ефективних рішень $s^\circ \in S^E$ здійснюється особою, що приймає рішення (ОПР). При використанні другого підходу формується узагальнений критерій ефективності $P(s)$, який використовується для скалярної оцінки та вибору найкращого варіанту побудови РТП [6]:

$$s^o = arg \max_{s \in S^E} \{P(s) = \sum_{i=1}^{m} \lambda_i \xi_i(s)\}, \tag{4}$$

$$\xi_i(s) = \left[\frac{k_i(s) - k_i^-}{k_i^+ - k_i^-}\right]^{\alpha_i}, \quad i = \overline{1,m}, \tag{5}$$

де m – кількість локальних критеріїв, що враховуються при оптимізації РТП; λ_i – ваговий коефіцієнт i-го часткового критерію: $\lambda_i > 0 \ \forall i = \overline{1,m}, \ \sum_{i=1}^{m} \lambda_i = 1$; $\xi_i(s)$ – значення функції корисності (нормоване значення) i-го локального критерію; $k_i(s)$, k_i^+, k_i^- – значення часткового критерію для варіанту побудови РТП s, найкраще та найгірше значення критерію $k_i(s)$, $i = \overline{1,m}$.

Модель, за якою здійснюється структурно-параметричний синтез технологічного процесу,

дозволяє здійснювати вибір з існуючих варіантів за значеннями показників (локальних критеріїв), які задовольняють усім функціональним і вартісним обмеженням (якість, собівартість, продуктивність тощо) [7].

Для підтримки прийняття проєктних рішень щодо варіантів побудови РТП пропонується використати метод аналізу ієрархії (МАІ), який передбачає реалізацію таких етапів (рис. 4) [8]:

– визначення проблеми та цілі;
– визначення основних критеріїв для оцінки варіантів;
– побудова ієрархії (дерево від цілі через критерії до варіантів);
– побудова матриць попарних порівнянь та оцінка порівнянь по бальній шкалі;
– аналіз отриманих матриць; визначення вагових коефіцієнтів для варіантів у системі ієрархії.

Для побудови матриць використовується співвідношення: $a_{ji} = 1/a_{ij}$ (де a_{ij} – відношення критерію або варіанту i до критерію або варіанту j відповідно, $a_{ii} = 1,\ i = \overline{1,n}$). Після нормування матриць визначається сума елементів кожного з їх стовбців $A_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij}\ , j = \overline{1,n}$ та нормовані значення $A_{ij} = a_{ij}/A_j, i,j = \overline{1,n}$.

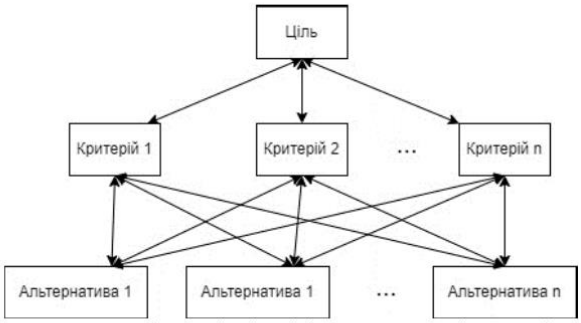


Рисунок 4 – Схема ієрархії від цілі через критерії до варіантів [7]

Проводимо цю операцію для матриць попарного порівняння варіантів по кожному з критеріїв та для матриць попарного порівняння по критеріям. Після цього отримуємо вектори вагових коефіцієнтів варіантів порівняння у відповідності до окремих критеріїв [8]. Для отримання вагових коефіцієнтів для варіантів $P(s), s \in S^E$ необхідно провести операцію множення отриманого вектора ваги критеріїв та матриці попарного порівняння варіантів по кожному з критеріїв.

Система підтримки прийняття рішень, розроблена на основі методу аналізу ієрархій, дозволить прискорити процес вибору найкращого варіанту $s^{\circ} \in S^E$ та, за рахунок вибору одночасно за множиною локальних критеріїв лише на підмножині недомінованих варіантів, підвищити ефективність розроблюваних робототехнічних технологічних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Невлюдов І. Ш., Чала О. О., Олександров Ю. М. Трансфер технологій у сучасній науці, освіті та виробництві в умовах четвертої промислової революції «ІНДУСТРІЯ 4.0» // Сучасний рух науки: тези доп. VIII міжнародної науково-практичної інтернетконференції, 3-4 жовтня 2019 р. Дніпро, 2019. Т.2. С. 604–608.

2. Поліщук М. М., Ткач М. М. Робототехнічні системи: проєктування і моделювання: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 112 с.

3. Пістун Є. П., Стасюк І. Д. Основи автоматики та автоматизації: навч. посіб. Львів: Нац. ун-т «Львів. політехніка», 2016. 333 с.

4. Гринчуцька С. В. Конспект лекцій з курсу «Системи прийняття рішень». Тернопіль: ТНТУ імені І. Пулюя, 2017. 130 с.

5. Ладієва Л. Р. Оптимізація технологічних процесів: навч. посіб, Київ, Україна: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 160 с.

6. Beskorovainyi V. Combined method of ranking options in project decision support systems. Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2020. No. 4(14). P. 13-20.

7. Nevliudov I. Sh., Khrustalev K. L. and Bortnikova V. O. Generalized method of computer-aided design of technological processes for MEMS accelerometers manufacturing. Doklady BGUIR, 2018. Vol. 113. No. 3. P. 94-99.

8. Гребеннік І. В., Романова Т. Є., Тевяшев А. Д., Яськов Г. М. Методи підтримки прийняття рішень: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2020. 128 с.

Науковий керівник: *Безкоровайний Володимир Валентинович, професор, д.т.н., професор кафедри КІТАР Харківського національного університету радіоелектроніки.*

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТРАНСПОРТІ ТА У ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРИАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ

22 листопада 2023 р.

Харків 2023

УДК 004:629:656:658

Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Харків, ХНАДУ, 2023. – 320 с.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова
***Богомолов В.О.*, проф., Україна, Харків**

Заступники голови
***Дмитрієв І. А.*, проф., Україна, Харків**
***Ефименко О.В.*, проф., Україна, Харків**
***Гурко О.Г.* проф., Україна, Харків**

ОРГАНІЗАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Vera Tyrsa, PhD, Autonomous University of Baja California, Mexico
Безкоровайний В.В., проф., Україна, Харків, ХНУРЕ
Бушуєв С.Д., проф., Україна, Київ, КНУБА
Гавриленко В.В, проф., Україна, Київ, НТУ
Годлевський М.Д., проф., Україна, Харків, НТУ «ХПІ»
Гурко О.Г., проф., Україна, Харків, ХНАДУ
Кононенко І.В., проф., Україна, Харків, НТУ «ХПІ»
Кириченко І.Г., проф., Україна, Харків, ХНАДУ
Лобур М.В., проф., Україна, Львів, НУ «Львівська політехніка»
Невлюдов І.Ш., проф., Україна, Харків, ХНУРЕ
Нефьодов Л.І. проф., Україна, Харків, ХНАДУ
Овчаренко В.Є., проф., Україна, Харків, ХНУРЕ
*Петренко Ю.*А., проф., Україна, Харків, ХНАДУ
Раскін Л.Г., проф., Україна, Харків, НТУ «ХПІ»
Тимчук С. О., проф., Україна, Харків, Державний біотехнологічний університет
Федорович О.Є., проф., Україна, Харків, НАУ «ХАІ»
Харченко В.С., проф., Україна, Харків, НАУ «ХАІ»
Чернов С.К., проф. (Україна, Миколаїв, НУК

© ХНАДУ, 2023

ЗМІСТ

стор.

СЕКЦІЯ 1

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

МОДИФІКАЦІЯ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ ТА ВИКОНАННЯ ПАКЕТІВ РОБІТ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ 12
Безкоровайний В.В., Чоломбитько Д.В

КІНЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА 16
Гурко В.О

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА 21
Панов А. О., Колісник Р. І.

СИСТЕМОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ СИНТЕЗУ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ 26
Шахрай Р. Р., Безкоровайний В. В

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИБОРУ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ 30
Шеванов А.Е

СЕКЦІЯ 2

КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ, РОБОТОТЕХНІКА ТА МЕХАТРОНІКА

АНАЛІЗ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ’ЄКТУ 35
Александровська Ю.О., Логунов Д.О

КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ДОЗУВАННЯ СИПУЧИХ РЕЧОВИН 39
Ворожко М.В., Хом`як Н. Ю.

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ 42
Галіцейський Д. А

АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ 46
Дудкін Б.В., Ткаченко Ю.А

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ДОРОЖНЬОГО ПОЛОТНА 50
Запорожцев С.Ю., Марушев М.О., Запорожцев Д.С.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МУРАШИНОЇ КОЛОНІЇ ПРИ КЕРУВАННІ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИМИ МАШИНАМИ 53
Зеленько А.В., Барсуков Д.О.
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ПОВІДОМЛЕНЬ МІЖ АВТОМОБІЛЯМИ В ЗАДАЧІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО МОЖЛИВЕ ЗІТКНЕННЯ 56
Карпишен Б.С.
ВПЛИВ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НА АВТОМАТИЗАЦІЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛОГІСТИЦІ ТА ТРАНСПОРТІ: АНАЛІЗ УСПІШНИХ ПРИКЛАДІВ 62
Крайнюк М.Ю., Медведовська Я.С.
АНАЛІЗ РОБОТА ЯК ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ 65
Кузьмін М.Д., Кузьминих В.В
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ УНІВЕРСАЛЬНИХ 3D-СИМУЛЯТОРІВ РОБОТІВ 68
Поддубняк І.А
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОРОЖНІХ МАШИН ЗА РАХУНОК СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ 73
Собіна С.С
ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ 76
Тимошенко Р.С.
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ХІМВОДООЧИЩЕННЯ НА ТЕЦ З ВИКОРИСТАННЯМ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ 81
Тоболь Є.Р
АНАЛІЗ СЛІДКУЮЧИХ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ ДРОСЕЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ 85
Чала Г.В., Черевко Ф.А
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД 89
Чуб І.М., Данилова І.І

АНАЛІЗ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТОМ 93
Шаповал А.Р., Ємельянов В.В
ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ПРИВОДОМ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА 97
Шматько О.В.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИНИ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ АЕРОДРОМІВ ЗА РАХУНОК GNSS ТЕХНОЛОГІЙ 99
Щур Р. М., Холенко Ю.С
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПИВОВАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ 103
Яріш В.Ю.

СЕКЦІЯ 3
ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЗАСОБАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ 107
Гулак А.С., Піскарьов О.М.
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПРИВАТНИМИ МЕРЕЖАМИ 111
Кудінов Є.О.
ТЕХНОЛОГІЯ INTERNET OF THINGS 116
Філь Н.Ю., Ніщеретов Д.О

СЕКЦІЯ 4
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА ВИРОБНИЦТВІ ТА В ОСВІТІ

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОШУКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ 121
Бабенко В.О., Бутов В.П.
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ДОКУМЕНТАЦІЄЮ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ 124
Бабенко В.О., Роздольський О.Ю

ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АРМ ДИСПЕТЧЕРА МАРШРУТІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ 127
Вишневецкий І.В., Белявський Д.О.
ІНТЕГРАЦІЯ MES-СИСТЕМИ В СУЧАСНІ ВИРОБНИЧІ ПІДПРИЄМСТВА: ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ 131
Вінниченко С.О., Колесник Л.В.
ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РЕМОНТУ І МОДЕРНІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ В БАГАТОНОМЕНКЛАТУРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ 135
Воронков С.В., Шевченко В.О., Дудукалов Ю.В
WEB-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ТУРИСТИЧНОГО ГОТЕЛЮ ІЗ МЕХАНІЗМОМ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДАНИХ ІЗ ДЕКІЛЬКОХ ДЖЕРЕЛ 139
Глуховцов Д.О., Антипенко В.П.
АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ЗВОРОТНОГО ІНЖИНІРИНГУ 143
Єльніков В. А.
РОЗРОБКА ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ 146
Завада Д.О.
ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ У СИСТЕМІ КОМПЛЕКТАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ 151
Закладний В. І., Безкоровайний В. В.
ПЕРСПЕКТИВИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА 155
Запорожцев С.Ю., Ніканоров О.А., Шоп'як Б.І.
ОЦИФРУВАННЯ РЕЛЬЄФУ ДІЛЯНКИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ 158
Іванов Є.М
ОБРОБКА ДАНИХ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ТА ХМАРНІ СЕРВІСИ 161
Іванов Є.М.
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРВІСУ ДЛЯ ПОШУКУ ВІЛЬНИХ МІСЦЬ НА ПАРКОВКАХ 164
Карпук М.С.
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ВИБОРУ СЕРВЕРІВ DATA-ЦЕНТРІВ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ 168
Кононихін О.С., Дмитрук М.С.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИБОРУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ НА ПОДАЛЬШУ МОЖЛИВІСТЬ МАСШТАБУВАННЯ ТА РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ 171
Кононихін О.С., Матвєєв П.П.

ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО РОЗВИТКУ НА СТРАТЕГІЇ ВИБОРУ ТА ОНОВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВОГО ОБЛАДНАННЯ В ОФІСАХ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ 174
Кононихін О.С., Прачик В.А

АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯННЯ АРХІТЕКТУР ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ GPS-МОНІТОРИНГУ В АВТОМОБІЛЬНІЙ ІНДУСТРІЇ 177
Кононихін О.С., Сухомлінов В.К.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКОВИХ СЕНСОРІВ ТА ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ У КОМБІНАЦІЇ З GPS ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ БУЛЬДОЗЕРІВ. 181
Корольов В.М., Корольов В.М.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЩОДЕННОГО ПЛАНУВАННЯ 184
Коротич К.О., Колесник Л.В.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ 189
Кудирко С.С.

ПРО КОМП'ЮТЕРНИЙ ІНЖИНІРИНГ У МАШИНОБУДУВАННІ 193
Кухаренко В.М.

РОЗРОБКА КОМПОНЕНТУ СИСТЕМИ ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ «КАТАЛОГ ОДЯГУ» 198
Куценко А.В., Колесник О.Б

РОЗРОБКА КОМПОНЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ E-LEARNING 202
Лактіонова А.О., Безкоровайний В. В.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНО ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНОЮ ІНФРАСТРУКТУРОЮ МІСТА 207
Мізяк І. О.

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕДОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН 211
Лебединський А.В., Кочура І.О.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ 214
Лебединський А.В., Сілантьєв Е.Е.
РОЗРОБКА КОМПОНЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАКЛАДУ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 217
Обривко Є.В., Колесник О.Б.
ІНТЕГРАЦІЯ MONGODB ТА NODE.JS: СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ВЕБ-ДОДАТКІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ПРОМИСЛОВОЇ КОМПАНІЇ 220
Олінкевич Я.В., Колесник Л.В.
АНАЛІЗ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДОКУМЕНТООБІГУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ 224
Петренко Ю.А., Жабін О.Ю
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОРИЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ PASSKEY АУТЕНТИФІКАЦІЇ В ВЕБ ЗАСТОСУНКАХ 228
Плехова А.А., Окушко О.
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ОНЛАЙН ПОКУПКИ ПОБУТОВОЇ ТЕХНІКИ 234
Руденко М.О., Колесник О.Б.
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ ДОВІЛЬНИХ ЛОГІЧНИХ СХЕМ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ 238
Сезонова І.К., Білецький П.М.
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РОБОТИЗОВАНИМИ ПЛАТФОРМАМИ В ДИНАМІЧНОМУ ВИРОБНИЧОМУ ПРОСТОРІ 241
Сезонова І.К., Потапчук А.Ф.
РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОІГЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА 244
Столяров О. В., Панов А. О.
СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ВИБОРУ АВТОГІДРОПІДЙОМНИКА ДЛЯ ДЕМОНТАЖНИХ РОБІТ 249
Філь Н.Ю., Жеретєєв А.О.
СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТИ РІДИНИ 253
Функендорф В.В.
ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ЛОГІСТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ 257
Чернишенко О. В., Безкоровайний В. В.

КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ МАЛОТОННАЖНОЇ ВАНТАЖІВКИ 261
Юнашев Д. С., Ільге І. Г., Савчук Б. Є.
РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ 264
Плєхова А.А., Яворський Є.О.
BIG DATA ANALYTICS: ASPECTS OF APPLYING IN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS 269
Babenko V.O., Drozdyk Ye.V.
USING THE ARCHITECTURE AND APPROACHES OF CLOUD COMPUTING IN LOGISTIC SYSTEMS 273
Babenko V.O., Kanishov V.I.
OVERVIEW AND COMPARISON OF CLOUD SERVICE MODELS 276
Babenko V.O., Kovtun Ye.S.

СЕКЦІЯ 5
УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМАМИ ТА ПРОЕКТАМИ, ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПІДБОРУ ТА РОЗПОДІЛУ РЕКОМЕНДОВАНИХ КУРСІВ ПРАЦІВНИКАМ ІТ-КОМПАНІЇ 280
Батраченко В.О. , Колесник Л.В.
ДЕКОМПОЗИЦІЯ ПРОЦЕДУРИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ 285
Готовська А. В., Безкоровайний В. В.
МОДЕЛЬ ВИБОРУ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ВІДЕОКОНТЕНТУ 290
Ільге О.І., Нефьодов Л.І
КРИТЕРІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИБОРУ ЗАПЧАСТИН ДЛЯ ВАНТАЖІВОК В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ 294
Ільге І.Г., Курашов К.О., Запорожцев С.Ю.
ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ У ПРОЄКТНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ З РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 297
Петренко Ю.А., Бугаєвський М.С.
КРИТЕРІЇ ВИБОРУ САМОХІДНИХ ДОРОЖНІХ КОТКІВ 302
Тимошенко І.С., Ільге І.Г.

РОЗРОБКА ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ОНЛАЙН КУПІВЛІ ВІДЕО-ІГОР 305
Хомсі Как С.М., Колесник Л.В.
АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ 310
Цимух І.Р
АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ВИБОРУ ДОРОЖНІХ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН 317
Бондарєв О.О.

УДК (519.81+004.9):658.512

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ПРОЦЕДУРИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Готовська А. В., Безкоровайний В. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Характерною особливістю сучасних виробничих технологічних процесів є широке застосування засобів автоматизації та робототехніки. Концепції наступного етапу розвитку виробництва в рамках технологічної революції Industry 4.0 полягають у комп'ютеризації виробничих процесів з використанням концепцій робототехніки, кібер-фізичних систем та IoT [1].

Ефективність роботизованиих технологічних процесів (РТП) визначається рішеннями, що приймаються на етапах їхнього проектування. Оптимізація РТП полягає у виборі найкращого варіанта з множини допустимих $s \in S$, які задовольняють усім функціональним і вартісним обмеженням (якість, собівартість, продуктивність тощо) [2].

Проблему системної оптимізації РТП доцільно розглядати як деяку метазадачу $MetaTask$, що складається з множини задач різних ієрархічних рівнів $\{Task_i^l\}$ з їх зв'язками за вхідними даними $InDat_i^l$ та результатами розв'язання $OutDat_i^l$, $l = \overline{0,2}$, $i = \overline{1,6}$ [3]:

$$MetaTask = \{Task^l\},\ Task^l = \{Task_i^l\},\ Task_i^l : InDat_i^l \rightarrow OutDat_i^l. \quad (1)$$

Комплекс задач проєктування РТП як територіально (просторово) розподіленого об'єкта на мікрорівні $l = 2$ охоплює коло задач: $Task_1^2$ – визначення принципів побудови РТП; $Task_2^2$ – вибір структури (кількості і схеми сполучення обладнання); $Task_3^2$ – визначення місць розміщення обладнання; $Task_4^2$ – вибір алгоритмів функціонування обладнання; $Task_5^2$ – визначення параметрів обладнання; $Task_6^2$ – оцінка ефективності та вибір найкращого варіанту побудови РТП.

За результатами декомпозиції логічна схема системної оптимізації РТП визначається упорядкованою п'ятіркою множин [3]:

$$L_{SOS} = < Tasks,\ InDat,\ Res,\ DesDec,\ ProcDec >, \quad (2)$$

де *InDat* – множина вхідних даних задач проблеми; *Res* – множина обмежень задач; *DesDec* – множин оптимізаційних рішень; *ProcDec* – вирішальна процедура, що ставить кожній парі вхідних даних і обмежень $<InDat_i^2, Res_i^2>$ непорожню підмножину оптимізаційних рішень $\{DesDec_i^2\},\ i = \overline{1,6}$.

Схема узагальненого методу автоматизованого проєктування РТП виготовлення МЕМС-акселерометрів подана на рис. 1 [4].

Задачі прийняття рішень за множинами різнорідних показників розв'язуються на кожному з етапів проєктування РТП. Найбільш загальним є випадок прийняття рішень у процесі оцінки ефективності та вибору найкращого варіанту побудови РТП $Task_6^2$. Така задача є складною, неповністю формалізованою та розглядається як деяка окрема проблема, розв'язання якої передбачає розв'язання своєї множини задач [5]: $Task_6^2 = \{Task_{6i}^2\},\ i = \overline{1,6}$ (де $Task_{6,1}^2$ – формалізація мети проєктування РТП; $Task_{6,2}^2$ – формування універсальної множини проєктних рішень S^U; $Task_{6,3}^2$ – виділення множини допустимих рішень $S \subseteq S^U$; $Task_{6,4}^2$ – виділення підмножини ефективних рішень $S^E \subset S \subset S^U$; $Task_{6,5}^2$ – ранжування рішень $s \in S^E$; $Task_{6,6}^2$ – вибір найкращого варіанту побудови РТП $s^o \in S^E$).

Задача формалізації мети $Task_{6,1}^2$ полягає у встановленні множини і важливості локальних критеріїв ефективності $k_i(s)$, $i = \overline{1,m}$, які характеризують варіанти побудови РТП $s \in S$. Задача $Task_{6,2}^2$ передбачає генерацію всіх можливих варіантів побудови РТП S^U. Задача $Task_{6,3}^2$ полягає у вилученні з універсальної множини варіантів побудови РТП S^U підмножини варіантів $\overline{S}$, які не задовольняють обмеженням задачі (вимогам до РТП) $S = S^U \setminus \overline{S}$. Суть задачі $Task_{6,4}^2$ полягає у вилученні з множини допустимих підмножини неефективних варіантів $\overline{S} \subset S$. Варіант

побудови РТП $s^E \in S^E$ називається ефективним, якщо на множині допустимих не існує варіанта $s \in S,$ кращого (негіршого) за нього за всією множиною показників $k_i(s)$, $i = \overline{1,m}$.

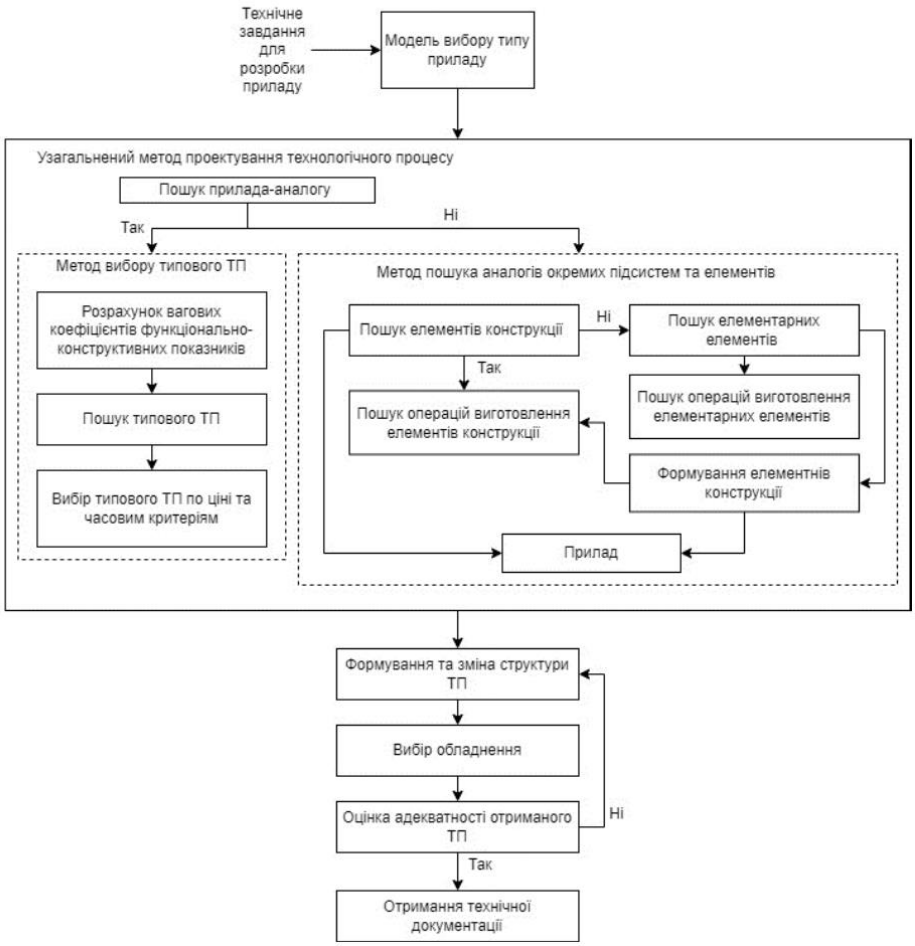


Рисунок 1 – Схема методу автоматизованого проєктування РТП [4]

Розв'язання задач ранжування варіантів $Task^2_{6,5}$ і вибору найкращого серед них $Task^2_{6,6}$ здійснюється на основі парадигми максимізації їх корисності у рамках ординалістичного чи кардиналістичного підходів.

При використанні ординалістичного підходу впорядкування варіантів $s \in S^E$ здійснюється особою, що приймає рішення (ОПР). При використанні

кардиналістичного підходу для вибору найкращого варіанту формується узагальнений критерій ефективності $P(s)$:

$$s^o = arg \max_{s \in S^E} P(s). \quad (3)$$

Для підтримки прийняття проєктних рішень щодо варіантів побудови РТП пропонується використати метод аналізу ієрархії (MAI), який передбачає реалізацію таких етапів (рис. 2) [6]: визначення проблеми та цілі; визначення основних критеріїв для оцінки варіантів; побудова ієрархії (дерево від цілі через критерії до варіантів); побудова матриць попарних порівнянь та оцінка порівнянь по бальній шкалі; аналіз отриманих матриць; визначення вагових коефіцієнтів для варіантів у системі ієрархії.

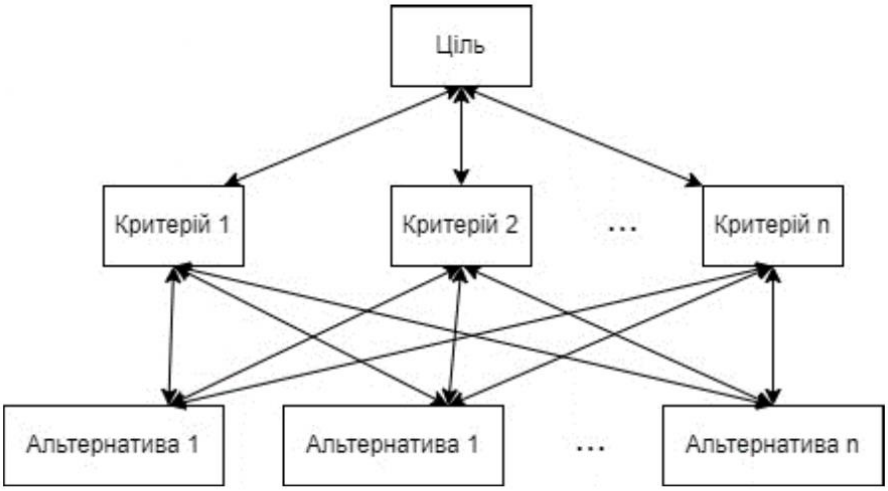


Рисунок 2 – Схема ієрархії від цілі через критерії до варіантів [6]

Для побудови матриць використовується співвідношення: $a_{ji} = 1 / a_{ij}$ (де a_{ij} – відношення критерію або варіанту i до критерію або варіанту j відповідно, $a_{ii} = 1$, $i = \overline{1,n}$).

Після нормування матриць визначається сума елементів кожного з їх стовбців $A_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij}$, $j = \overline{1,n}$ та нормовані значення $A_{ij} = a_{ij} / A_j$, $i, j = \overline{1,n}$. Проводимо цю операцію для матриць попарного порівняння варіантів по кожному з критеріїв та для

матриць попарного порівняння по критеріям. Після цього отримуємо вектори вагових коефіцієнтів варіантів порівняння у відповідності до окремих критеріїв [6]. Для отримання вагових коефіцієнтів для варіантів $P(s)$, $s \in S^E$ необхідно провести операцію множення отриманого вектора ваги критеріїв та матриці попарного порівняння варіантів по кожному з критеріїв.

Система підтримки прийняття рішень, розроблена на основі методу аналізу ієрархій, дозволить прискорити процес вибору найкращого варіанту побудови РТП на підмножині ефективних $s^o \in S^E$.

Література:

1. В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич та Д. П. Власенков, «Аналіз концепції Industry 4.0 в технології IIOT», Технологія приладобудування, вип. 1, с. 64-68, 2020.
2. Л. Р. Ладієва Оптимізація технологічних процесів: навч. посіб, Київ, Україна: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.
3. V. Beskorovainyi and Z. Imanhulova «Technology of large-scale objects system optimization», ECONTECHMOD, vol. 06, no. 4, pp. 3-8, 2017.
4. I. Sh. Nevliudov, K. L. Khrustalev and V. O. Bortnikova «Generalized method of computer-aided design of technological processes for MEMS accelerometers manufacturing», Doklady BGUIR, vol. 113, no. 3, pp. 94-99, 2018.
5. V. Beskorovainyi «Combined method of ranking options in project decision support systems», Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, no. 4(14), pp. 13-20, 2020.
6. Методи та моделі прийняття рішень в умовах багатокритеріальності та невизначеності: монографія / Е. Г. Петров, Н. А. Бринза, Л. В. Колесник та О. А. Писклакова, Харків, Україна: ХНУРЕ, 2013.

The Ministry of Education and Science of Ukraine

https://nure.ua/

Kharkiv National University of Radio Electronics

KITAM

2022

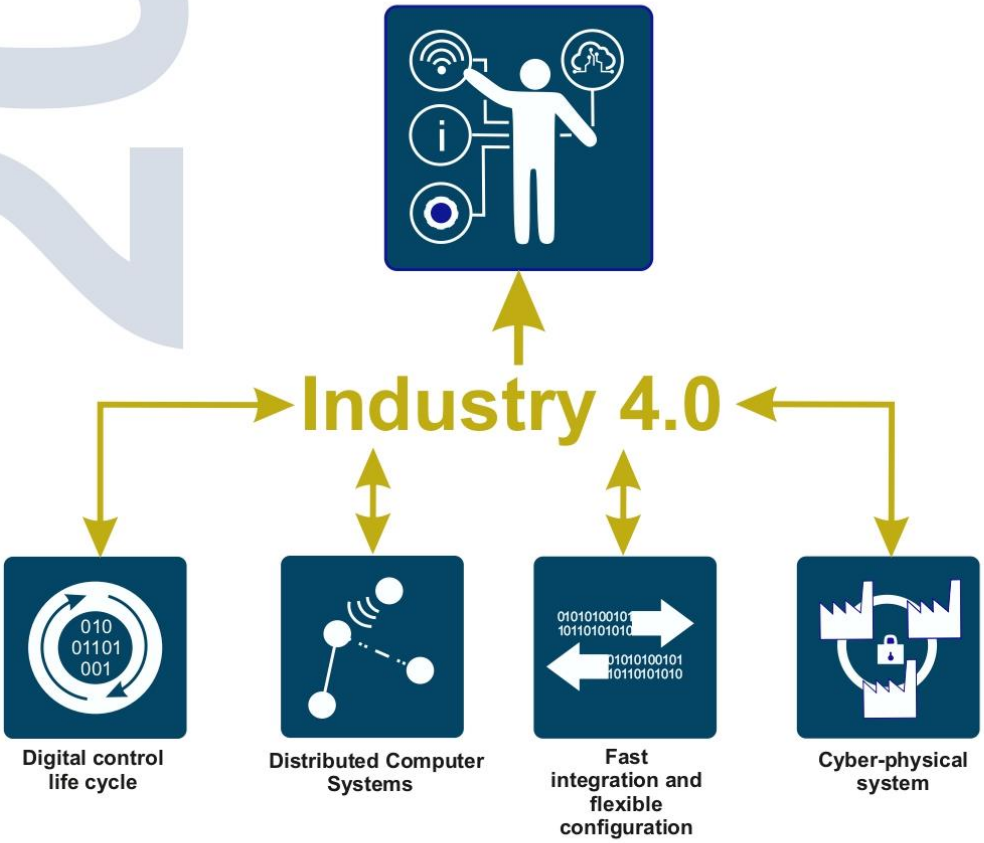
COLLECTION

OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2022

(Part 2)



АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2022) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Вип. 2. – 196с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2022 Part 2 (Key infrastructure 2022) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National Universitety of Radio Elektronics [electronic edition], 2022. – 196p with.

Рекомендовано рішенням
Науково-технічної ради
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 2 від 02.12.2022

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2022 рік

ЗМІСТ

Грищенко Є.М.
Розробка маніпулятора для подачі деталей до лінії штампування ……. 7
Коротєєв Д.Р.
Огляд і аналіз методів 3D сканування. Аналіз методів реверс-інженерінгу ……. 15
Плотніков К.С.
Проєктування конструкції маніпулятора робота для автоматизації аптечного складу … 20
Поддубняк І.А.
Аналіз сучасних мобільних платформ наземних пошукових роботів …… 27
Сахаров М.С.
Моделювання багатошарових магнітних екранів …… 33
Світайло Д.М.
Аналіз методів детектування вибухонебезпечних предметів …… 40
Андреєв А.С.
Аналіз особливостей розробки Web-додатків …….. 45
Вінниченко С.О.
Аналіз проблем при розробці Web –додатків ……... 50
Зарубін І.С.
Особливості та різновиди сучасних роботизованих платформ …….. 55
Кожухаренко С.О.
Аналіз структурних та функціональних особливостей комплексу завдань обліку відвідуваності занять у ВНЗ ……... 61
Конєва А.І.
Перспективи застосування сучасних систем автоматизації …… 65
Олінкевич Я.В.
Особливості проектів на PHP та MYSQL ……. 72
Сторожук В.А., Вісковатов М.А.
Автоматизовані системи моніторингу виробничих процесів …… 76
Стеценко К.К.
Розробка структурної схеми мобільного маніпуляційного робота …… 83
Стрельцов О.А., Шкарупа А.О.
Аналіз особливостей сонячних батарей …… 89
Толстий М.В.
Розробка програмно-технічного комплексу системи намотування дротів …… 95
Шкарупа А.О., Стрельцов О.А.
Аналіз особливостей сучасних ВЕБ-додатків …….. 102
Шматко С.В.
Розробка структурної схеми системи управління на базі ESP8266 …… 108
Nienova D.V.
Automated formation of data about temperature dependencies of material's thermal characteristics …… 111
Руденко І.В.
Основні напрямки застосування автоматизованих систем управління технологічними процессами …….. 117
Лучанінова О.Ю.
Робот-маніпулятор з м'яким захопленням …… 122
Боков О.Г.
Аналіз архітектури сучасних веб-додатків …….. 127

Готовська А.В., Буць Д. Є.
Система підтримки прийняття рішень для управління виробничим процессом …….. 130
Редькін К.С., Жердєв М. В.
Аналіз технологій створення гнучкої електроніки та сфер її використання ……. 133
Іщенко М. Д., Білоус М. Ю.
Аналіз життєвого циклу та процесу розробки web-додатків …….. 139
Сухомлінова Д. А.
Аналіз сучасних технології ASP.NET WEB FORMS та MVC для Web-додатків ……. 143
Білоус М.Ю., Іщенко М.Д.
Методологія KANBAN для розробки програмного забезпечення …….. 147
Руденко В.О.
Аналіз будови роботизованих риб та їх переміщення у воді …… 151
Буленко О.
Удосконалення методу визначення біологічних параметрів пілота під час польоту ….. 156
Волков В.
Удосконалення методу діагностики шлунково – кишкового тракту за допомогою капсульної ендоскопії ……. 161
Довженко В.
Аналіз методів моніторингу артеріального тиску …… 166
Головко М. А.
Аналіз типів систем для хмарного зберігання даних …….. 171
Корхов Д.М.
Розробка механічної частини багатофункціонального верстата з ЧПУ …… 175
Бєлий Я.В., Савченко П.М.
Розробка макету промислового маніпулятора на базі Arduino Uno …… 181
Головіна В.С.
Аналіз будови гусеченого пошуково-рятувального робота …… 186
Савченко П.М., Бєлий Я.В.
Розробка мікропроцесорної системи управління промислового маніпулятора …… 191
Алфавітний список ……..... 195

УДК 004.652

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМ ПРОЦЕСОМ

Готовська А.В., Буць Д. Є.
Харківський національний університет радіоелектроніки
Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14
E-mail: alona.hotovska@nure.ua.

Анотація: У статті розглянуто систему підтримки прийняття рішень для управління виробничим процесом за умов невизначеності та багатокритеріальності.

Ключові слова: СППР, методи, невизначеність, багатокритеріальність.

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MANUFACTURING PROCESS MANAGEMENT

A.Hotovska, D. Buts
Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14
E-mail: alona.hotovska@nure.ua.

Abstract: The article discusses a decision support system for managing the production process under conditions of uncertainty and multicriteria.

Keywords: DSS, methods, uncertainty, multicriteria.

На сьогоднішній день автоматизація процесу управління виробничим процесом на промислових підприємствах набуває все більшої актуальності. Багато процесів, які виконуються власноруч замінюються на роботизовані комплекси. Зазвичай процеси, які відбуваються на підприємстві для виготовлення, виконують мобільні роботи. Пересування відбувається за допомогою системи позиціонування, яка заздалегідь визначає шляхи руху. Ці шляхи створюються за допомогою системи підтримки прийняття рішень.

Система підтримки прийняття рішень (Decision Support System) – це автоматизована комп'ютерна система, мета якої є допомога користувачам у знаходженні оптимального рішення при прийняті рішень в складних умовах для об'єктивного аналізу предметної діяльності [1-7].

Під сучасними системами прийняття рішень розуміють спеціальне програмне забезпечення (ПЗ), що дає можливість приймати складні рішення. Така програма, як і база даних, працює з основними функціями накопичення та аналізу даних. Ця програма дозволяє проводити вибір навіть, якщо наявний високий відсоток невизначеності, а також дозволяє вирішувати такі завдання, як прогнозування і управління потужностями та ризиками.

Можливості систем підтримки прийняття рішень:

– формування статистики та її перевірка;
– складання прогнозів;
– планування, аналіз та контроль об'єктів;
– аналіз ризиків.

СППР класифікують за наступними критеріями: вид взаємодії з користувачем, способу підтримки та за сферою використання [2-4].

Проблема багатофакторного оцінювання – це загальний та універсальний підхід для розв'язання задачі багатокритеріальної оптимізації. Головна задача цієї проблеми це побудова узагальненої оцінки рішень $x \in X$.

Вирішення цієї задачі побудови (синтезу) математичної моделі у вимагає вирішення таких задач:

– задача структурної ідентифікації;
– визначення виду (структури) математичної залежності початкових та вихідних змінних;

– задача параметричної ідентифікації;

– обчислення кількісних характеристик (параметрів) моделі [3].

Метод за яким розроблюється дана СППР оснований на моделі прийняття многокритеріальних рішень в умовах невизначеності. Існує два підходи до розв'язання задачі детермінізації невизначеностей:

а) детермінізація (усунення) невизначеності на початкових етапах підготовки даних для вирішення задачі. При цьому підході в рази спрощується аналіз та розрахунки, але втрачається багато необхідної інформації про можливі значення інтервальної множини;

б) розрахунки проводяться з врахуванням інтервальної невизначеності, а на останньому етапі проводиться детермінізація кінцевого результату. У цьому випадку розрахункі більш складні але отриманий результат більш точний.

Враховуючи вище сказане, в основному використовують компромісний підхід, він полягає в тому, що одна частина інтервальних даних детермінізується на попередніх етапах аналізу, а інша частина враховується вихідному інтервальному вигляді.

Цей підхід застосовується при синтезі моделі прийняття рішень в умовах багатокритеріальності та інтервальної невизначеності вхідних даних.

Для розробки системи необхідно визначити, якого класу систему потрібно розробити.

СППР, за видом взаємодії з користувачем є активною та пасивною. Активна СППР це коли сама система підтримки безпосередньо бере участь у розробки оптимального рішення. Рішення, яке знаходить система є вагомим та обирається як еталон за умови повної автоматизації системи виробництва, що говорить про відсутність особи, що приймає рішення. Пасивні СППР тільки допомагають оператору обрати рішення без надання певних рішень. Такі СППР визначається, як комп'ютерна інформаційна система, яка використовується для підтримки різних видів діяльності під час прийняття рішень де неможливо або неможна мати автоматизовану систему, яка повністю виконує весь процес рішення. Акцент в цьому визначенні робиться на те, що система не замінює людину повністю, автоматизує процедуру рішення та забезпечує його різного роду допомогою у процесі вирішення проблеми [2-13].

За засобом підтримки СППР поділяють за орієнтацією на: моделі, комунікації, данні, документи та знання [4]. При розробці даної СППР буде використовуватись метод, що використовує знання та дані.

За сферою використання виділяють загальносистемні СППР для багатьох користувачів та настільні СППР для використання на одному пристрої [4]. Для виробництва краще обрати СППР для використання багатьох користувачів для того, щоб оператори могли керувати системою виробництва.

Зазначені вище факти дозволяють сформувати вимоги до СППР, що розробляється. Це має бути функціональна активна настільна СППР орієнтована на знаннях та даних.

З боку СППР формуються вимоги до системи позиціонування та систем-операторів.

Умовами для системи позиціонування є наявність інтерфейсу, за допомогою якого СППР отримає актуальну інформацію про позиції елементів в системі.

Розробка та практичне використання СППР для керування виробничими процесами дозволяє підвищити швидкість виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Невлюдов І. Ш.Трансфер технологій у сучасній науці, освіті та виробництві в умовах четвертої промислової революції «ІНДУСТРІЯ 4.0» / Невлюдов І. Ш., Чала О. О., Олександров Ю. М. // Сучасний рух науки: тези доп. VIII міжнародної науково-практичної інтернетконференції, 3-4 жовтня 2019 р. – Дніпро, 2019. – Т.2 С.: 604-608

2. Specification of the XMLHttpRequest object from the Level 1 W3C Working Draft released on April 5th, 2006. W3.org. 67 p.

3. Цимбал О.М., Бронніков А.І.,. Нгуєн Т.М,. Бекметова А.О, Інтелектуальні виробничі системи та перспективи їх реалізації. Технология приборостроения 1, 2016 – С. 29-34.
4. Шостенко С. С. Архітектура програмного забезпечення для супроводження автоматизованих систем оповіщення на виробництві / С. С. Шостенко, О. О. Чала // Виробництво & Мехатронні Системи 2022 : зб. тез. доп. VI-ої Міжнародної конференції, 21-22 жовтня 2022 р. – Харків, 2022. – С. 115-117.
5. Бронніков А.І., Методи пошуку оптимального керування. Технология приборостроения. Харьков, 2015, № 2 , С. 53 – 55.
6. Гребеннік І. В., Романова Т. Є., Тевяшев А. Д., Яськов Г. М. Методи підтримки прийняття рішень: Навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2010. – 128 с.
7. Колесник Л., Меркулов Р. Проблема прийняття рішень в умовах нечіткої інформації // Інформаційні системи та технології ІСТ-2020: матеріали 9- тої Міжнародної науково-технічної конференції (Харків, 17-20 листопада 2020 р.). Харків : ХНУРЕ, 2020. С. 95-98.
8. Bortnikova, V., Nevliudov, I., Botsman, I., & Chala, O. (2019, June). Search Query Classification Using Machine Learning for Information Retrieval Systems in Intelligent Manufacturing. In ICTERI (pp. 460- 465).
9. Системи підтримки прийняття рішень: навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни / [уклад.: С. М. Братушка, С. М. Новак, С. О. Хайлук] ; Державний вищий навчальний заклад "Українська академія банківської справи Національного банку України". Суми : ДВНЗ "УАБС НБУ", 2010. 265 с.
10. Бронніков А.І., Цимбал О.М., Фомовський Ф.М., Інтелектуальні засоби в системі керування виробничим агентом / Технология приборостроения. Харьков, 2014, № 2 , С. 26 - 30.
11. Гіль А. Промислові інтерфейси та протоколи передачі даних інтегрованих систем для автоматизованого управління в умовах Industry 4.0 / Гіль А., Чала О., Филипенко О. // Виробництво & Мехатронні Системи 2021: матеріали V-ої Міжнародної конференції, Харків, 21-22 жовтня 2021 р.: Харків, 2021. С.127-30.
12. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації. Підручник. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2017. – 444 с.
13. Невлюдов, І.Ш. Основи наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник/ І.Ш. Невлюдов, Олександров Ю.М, Андрусевич І.Ш., Чала О.О.– КК НАУ м. Кривий ріг, 2017. – 344 с

Науковий керівник: *Чала Олена Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

ДОДАТОК Б

Лістинг коду програми

```
using Microsoft.Data.Sqlite;
using Project.Models;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Diagnostics;
using System.Globalization;
using System.IO;
using System.Threading;
using System.Threading.Tasks;

namespace Project.Services
{}
public static class DbContext
{
   private static string ConnectionString = "Data Source=data.db;Cache=Shared;";
   public static async Task<IEnumerable<Alternative>> GetDataAsync()
   {
      CreateTableIfNotExist("data");
      var data = new List<Alternative>();
      using (var connection = new SqliteConnection(ConnectionString))
      {
         connection.Open();
         var command = connection.CreateCommand();
         command.Connection = connection;
         command.CommandText =
            $"SELECT * FROM alternatives";
         using (var reader = command.ExecuteReader())
         {
            if (!reader.HasRows) return Array.Empty<Alternative>();
```

```
                while (reader.Read())
                {
                    var item = new Alternative()
                    {
                        Id = reader.GetInt32(0),
                        Name = reader.GetString(1),
                        Time = reader.GetInt32(2),
                        Reliability = reader.GetInt32(3),
                        Price = reader.GetInt32(4)
                    };
                    data.Add(item);
                }
            }
            connection.Close();
        }
        return data.ToArray();
    }
    public static async Task<IEnumerable<Alternative>> GetFilteredDataAsync(string
text)
    {
        CreateTableIfNotExist("data");
        var data = new List<Alternative>();
        using (var connection = new SqliteConnection(ConnectionString))
        {
            connection.Open();
            var command = connection.CreateCommand();
            command.Connection = connection;
            command.CommandText =
                $"SELECT * FROM alternatives WHERE name LIKE '%{text}%'";
            using (var reader = command.ExecuteReader())
            {
                if (!reader.HasRows) return Array.Empty<Alternative>();
                while (reader.Read())
                {
```

```
                    var item = new Alternative()
                    {
                        Id = reader.GetInt32(0),
                        Name = reader.GetString(1),
                        Time = reader.GetInt32(2),
                        Reliability = reader.GetInt32(3),
                        Price = reader.GetInt32(4)
                    };
                    data.Add(item);
                }
            }
            connection.Close();
        }
        return data.ToArray();
    }
    public static async Task InsertAsync(Alternative data)
    {
        using (var connection = new SqliteConnection($"Data Source=data.db;"))
        {
            await connection.OpenAsync();
            var command = connection.CreateCommand();
            command.Connection = connection;
            command.CommandText =
              $"INSERT INTO alternatives (name, time, reliability, price) VALUES
('{data.Name}',{data.Time},{data.Reliability},{data.Price})";
            command.ExecuteNonQuery();
            connection.Close();
        }
    }
    public static async Task UpdateAsync(Alternative data)
    {
        using (var connection = new SqliteConnection($"Data Source=data.db;"))
        {
            await connection.OpenAsync();
```

```
                var command = connection.CreateCommand();
                command.Connection = connection;
                command.CommandText =
                  $"UPDATE alternatives " +
                  $"SET name='{data.Name}', time={data.Time}, reliability={data.Reliability},
price={data.Price} " +
                  $"WHERE id={data.Id}";
                command.ExecuteNonQuery();
                connection.Close();
            }
        }
        public static async Task DeleteById(int id)
        {
            using (var connection = new SqliteConnection($"Data Source=data.db;"))
            {
                await connection.OpenAsync();
                var command = connection.CreateCommand();
                command.Connection = connection;
                command.CommandText =
                  $"DELETE FROM alternatives WHERE id={id}";
                command.ExecuteNonQuery();
                connection.Close();
            }
        }
        public static void CreateTableIfNotExist(string name)
        {
            if (File.Exists($"{name}.db"))
            {
                return;
            }
            using (var connection = new SqliteConnection($"Data Source={name}.db;"))
            {
                connection.Open();
                var command = connection.CreateCommand();
```

```
            command.CommandText = @"CREATE TABLE IF NOT EXISTS ""alternatives""
(
                                    ""id""          INTEGER NOT NULL UNIQUE,
                                    ""name""    TEXT,
                                    ""time""    REAL,
                                    ""reliability""         REAL,
                                    ""price""   REAL,
                                    PRIMARY KEY(""id"" AUTOINCREMENT)
                                )";
                command.ExecuteNonQuery();
                connection.Close();
            }
        }
        public static IEnumerable<VikorResult> Search(float price, float time, float
reliability)
        {
            Thread.CurrentThread.CurrentCulture = CultureInfo.GetCultureInfo("en-US");
            var data = new List<VikorResult>();
            using (var connection = new SqliteConnection(ConnectionString))
            {
                connection.Open();
                var command = connection.CreateCommand();
                command.Connection = connection;
                command.CommandText =
                    $"SELECT id, name, price, time, reliability, " +
                    $"((1 - (time / SUM(time) OVER ())) * {time.ToString("0.00")}) + " +
                   $"((reliability / SUM(reliability) OVER ()) * {reliability.ToString("0.00")}) +
" +
                   $"((1 - (price / SUM(price) OVER ())) * {price.ToString("0.00")}) AS vikor "
+
                    $"FROM alternatives " +
                    $"ORDER BY vikor DESC";
                using (var reader = command.ExecuteReader())
                {
```

```
                if (!reader.HasRows) return Array.Empty<VikorResult>();
                while (reader.Read())
                {
                    var item = new VikorResult()
                    {
                        Id = reader.GetInt32(0),
                        Name = reader.GetString(1),
                        Price = reader.GetFloat(2),
                        Time = reader.GetFloat(3),
                        Reliability = reader.GetFloat(4),
                        Value = reader.GetFloat(5)
                    };
                    data.Add(item);
                }
            }
            connection.Close();
        }
        return data;
    }
    public static float[] GetDistinctListByColumnName(string column)
    {
        var values = new List<float>();
        using (var connection = new SqliteConnection(ConnectionString))
        {
            connection.Open();
            var command = connection.CreateCommand();
            command.Connection = connection;
            command.CommandText = $"SELECT DISTINCT {column} FROM alternatives
ORDER BY {column}";
            using (var reader = command.ExecuteReader())
            {
                if (!reader.HasRows) return Array.Empty<float>();
                while (reader.Read())
                {
```

```
                values.Add(reader.GetFloat(0));
            }
          }
          connection.Close();
        }
        return values.ToArray();
      }

      public static float[] GetMinMaxByColumnName(string column)
      {
        using (var connection = new SqliteConnection(ConnectionString))
        {
          connection.Open();
          var commandMin = connection.CreateCommand();
          commandMin.Connection = connection;
          commandMin.CommandText = $"SELECT MIN({column}) FROM alternatives";
          var commandMax = connection.CreateCommand();
          commandMax.Connection = connection;
          commandMax.CommandText = $"SELECT MAX({column}) FROM alternatives";
          var min = float.Parse(commandMin.ExecuteScalar().ToString());
          var max = float.Parse(commandMax.ExecuteScalar().ToString());
          return new float[] { min, max };
        }
      }
      public static IEnumerable<Alternative> Filter(string name, float minPrice, float maxPrice, string[] time, string[] reliability)
      {
        Thread.CurrentThread.CurrentCulture = CultureInfo.GetCultureInfo("en-US");
        var data = new List<Alternative>();
        using (var connection = new SqliteConnection(ConnectionString))
        {
          connection.Open();
          var command = connection.CreateCommand();
```

```
                command.Connection = connection;
                command.CommandText =
                  $"SELECT id,name,price,time,reliability FROM alternatives " +
                  $"WHERE name LIKE '%{name}%' " +
                  (time.Length > 0 ? $"AND time IN ({string.Join(",", time)}) " : "") +
                 (reliability.Length > 0 ? $"AND reliability IN ({string.Join(",", reliability)}) " :
""") +
                  $"AND price>={minPrice} AND price<={maxPrice} " ;
                using (var reader = command.ExecuteReader())
                {
                  if (!reader.HasRows) return Array.Empty<VikorResult>();
                  while (reader.Read())
                  {
                    var item = new Alternative()
                    {
                      Id = reader.GetInt32(0),
                      Name = reader.GetString(1),
                      Price = reader.GetFloat(2),
                      Time = reader.GetFloat(3),
                      Reliability = reader.GetFloat(4),
                    };
                    data.Add(item);
                  }
                }
                connection.Close();
              }
              return data;
            }
          }
```

ДОДАТОК В

Демонстраційний матеріал

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій

Кафедра Комп’ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

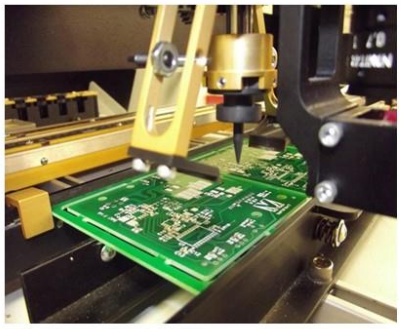
Розроблення підсистеми підтримки прийняття рішень для проєктування роботизованого виробничого процесу

Виконала:
ст. гр. КТРСм-22-1
Готовська А. В.

Керівник:
д.т.н., професор
Безкоровайний В. В.

Харків 2024

Актуальність роботи



Постановка мети дослідження

Мета роботи – підвищення ефективності технології проєктування роботизованого виробничого процесу за рахунок розробки підсистеми підтримки прийняття рішень на основі знань особи, що приймає рішення, та можливостей комп'ютера.

Об'єкт дослідження – роботизований виробничий процес.

Предмет дослідження – процес підтримки прийняття рішень при проєктуванні роботизованого виробничого процесу.

Задачі дослідження

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

– виконати огляд сучасного стану проблеми підтримки прийняття рішень при проєктуванні роботизованих виробничих процесів;

– сформулювати постановку задачі розробки підсистеми прийняття проєктних рішень;

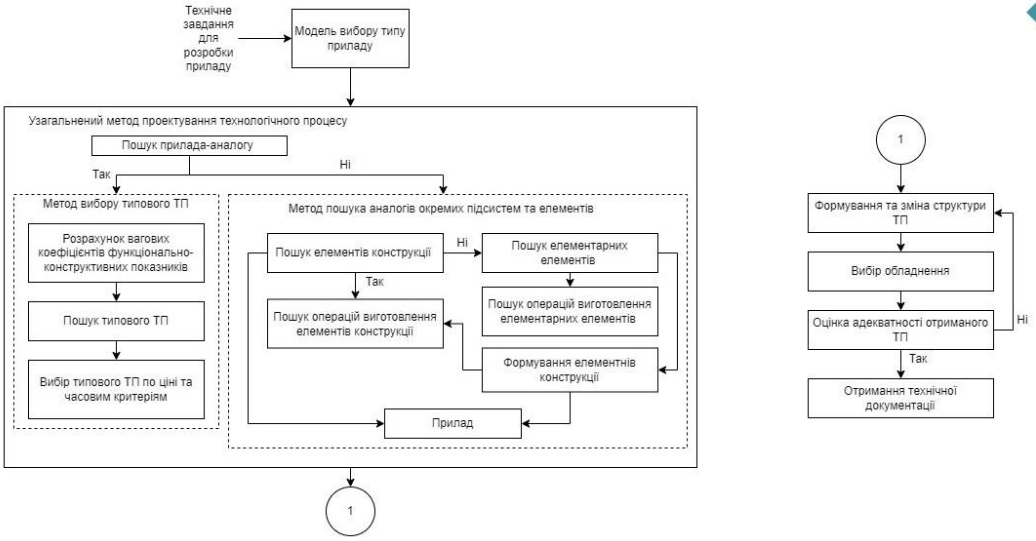
– обрати методи для розв'язання задачі;

– розробити алгоритми для розв'язання задачі підтримки прийняття рішень;

– розробити програму підсистеми підтримки прийняття рішень та базу даних;

– провести тестування роботи розробленої підсистеми.

Огляд сучасного стану проблеми підтримки прийняття рішень при проєктуванні роботизованих виробничих процесів



Моделі оцінки варіантів побудови виробничого процесу

Критерій ефективності $P(x)$, завдяки якому можна здійснити вибір кращого варіанту: $x^0 = \arg\max_{x \in X} P(x)$

Для оцінки загальної корисності варіантів використаємо адитивну функцію виду:

$$P(x) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \xi_i(x),$$

де $\xi_i(x)$ – значення функції корисності часткових критеріїв $k_i(x)$.

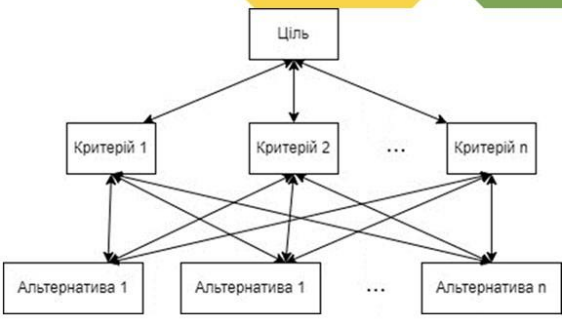
Мінімальна кількість операцій для обчислення значень функції корисності часткових критеріїв зі значенням параметру $\alpha_i = 1$:

$$\xi_i(x) = \{[k_i(x) - k_i^-]/[k_i^+ - k_i^-]\}^{\alpha_i}, i = \overline{1,n},$$

де $k_i(x)$, k_i^+, k_i^- – значення і-го часткового критерію, його найкраще і найгірше значення.

Процес прийняття рішень
1. Визначення проблеми та цілі
2. Збір і обробка інформації проблеми
3. Розробка варіантів рішень
4. Визначення основних критеріїв для оцінки варіантів
5. Визначення вагових коефіцієнтів для варіантів
6. Оцінка варіантів

Метод аналізу ієрархії



Метод МАІ спрямований на реалізацію таких етапів:

– визначення цілі для прийняття рішення;

– визначення важливих критеріїв для оцінки альтернатив;

– побудова ієрархічного дерева (починаючи від цілі через критерії до можливих варіантів);

– побудова матриць попарних порівнянь для критеріїв та для альтернатив;

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$$

– виставлення оцінок попарних порівнянь по деякій заданій бальній шкалі;

$$A_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij}$$

– проведення аналізу отриманих матриць;

– визначення вагових коефіцієнтів для кожного з варіантів та їх впорядкування.

$$A_{ij} = \frac{a_{ij}}{A_j}, \quad i, j = \overline{1, n}.$$

Метод лінійної згортки

1. Для кожного критерію знаходимо відношення їх переваг

2. Знаходження функцій приналежності $\mu_{R_i}(x_i, x_j) = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & x_{1,3} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & x_{2,3} \\ x_{3,1} & x_{3,2} & x_{3,3} \end{bmatrix}$

3. За всіма функціями визначення мінімуму приналежності, тобто знаходження першої згортки $\mu_{Q_1}(x_i, x_j) = \begin{bmatrix} x'_{1,1} & x'_{1,2} & x'_{1,3} \\ x'_{2,1} & x'_{2,2} & x'_{2,3} \\ x'_{3,1} & x'_{3,2} & x'_{3,3} \end{bmatrix}$

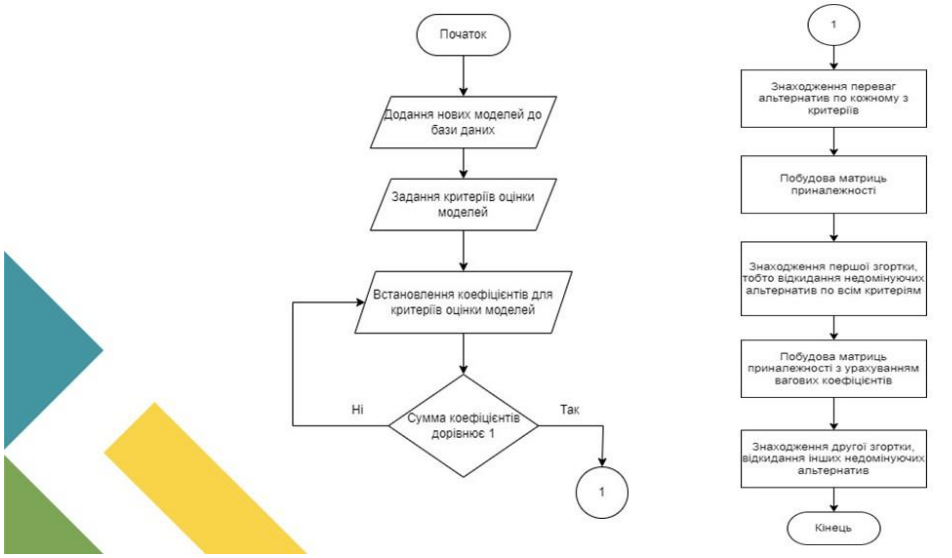
4. Визначення ступеня для альтернативи при якому немає інших домінантних альтернатив над нею $\mu_{Q_1^{\text{нд}}}(x_i, x_j) = [x_1^{\text{нд}}\ x_2^{\text{нд}}\ \dots\ x_n^{\text{нд}}]$

5. Виконання дії поелементного додавання матриць функції приналежності, які були отримані

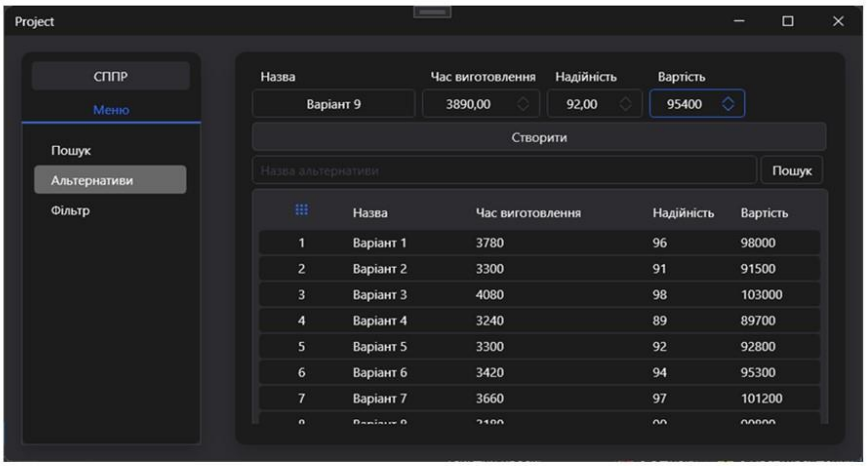
6. Отримання вектору $\mu_{Q_2^{\text{нд}}}(x_i, x_j)$ за рахунок знаходження ступеня при якому альтернатива не домінується з іншими альтернативами

7. Визначення максимальної оцінки для двох знайдених згорток та проведення їх аналізу $\mu_Q(x_0) = \max \mu_{Q_1^{\text{нд}}}(x)$, $\mu_Q(x_0) = \max \mu_{Q_2^{\text{нд}}}(x)$

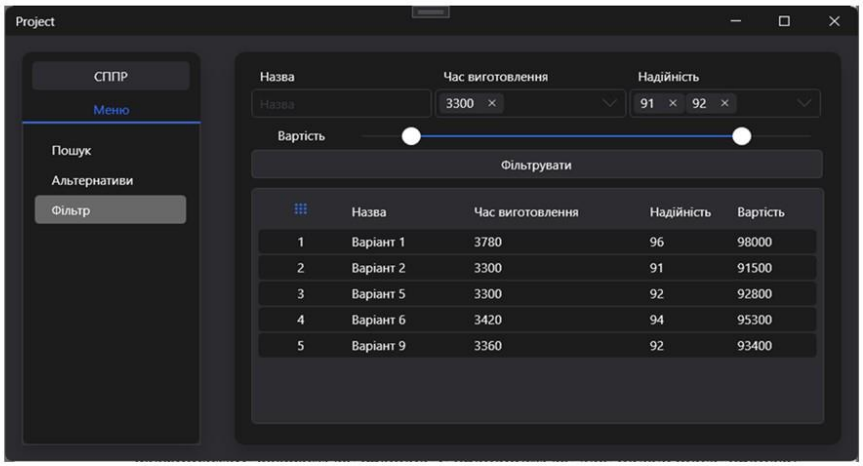
Алгоритм підтримки прийняття рішень



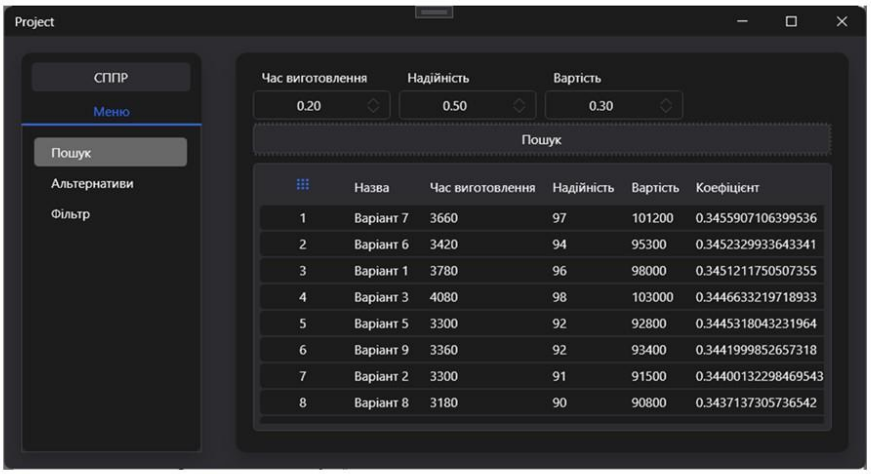
Екранна форма для введення альтернативних варіантів побудови виробничого процесу



Екранна форма фільтру для пошуку альтернатив



Екранна форма пошуку кращого варіанту побудови ВП



Висновки

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було отримано рішення актуальної науково-прикладної задачі підвищення ефективності технології проєктування роботизованого виробничого процесу за рахунок розробки підсистеми підтримки прийняття рішень на основі знань особи, що приймає рішення, та можливостей комп'ютера.

Розроблено підсистему підтримки прийняття багатокритеріальних рішень з використанням методів аналізу ієрархії та лінійної згортки. Для цього на основі теорії корисності обрана математична задачі прийняття рішень з використанням функції загальної корисності, розроблено програмне забезпечення та проведено контрольні експерименти з ним, що продемонстрували його працездатність.

Розроблений застосунок дає можливість прискорити процес прийняття рішень при проєктуванні роботизованих виробничих процесів та, відповідно зменшити час на сам процес проєктування, обирати найкращий ефективний варіант за множиною показників якості з урахуванням переваг між ними.

Напрямком подальших досліджень і розробок може бути створення технології взаємодії розробленої підсистеми з іншими підсистемами для системи автоматизації проєктування РТП.

Публікації за темою дослідження

1. Готовська А. В., Буць Д. Є. Система підтримки прийняття рішень для управління виробничим процесом // «Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2022: Collection of Students' Scientific Paper. Kharkiv: Kind of Kharkiv National Universitety of Radio Elektronics, 2022. Part2. P. 130–132.

2. Готовська А. В. Підтримка прийняття рішень в технології проєктування роботизованого виробничого процесу // «Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023: Collection of Students' Scientific Paper. Kharkiv: Kind of Kharkiv National Universitety of Radio Elektronics, 2023. Part2. P. 213–218.

3. Готовська А. В., Безкоровайний В. В. Декомпозиція процедури підтримки прийняття рішень в технології проєктування роботизованого виробничого процесу // Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. Харків: ХНАДУ, 2023. С. 285–289.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

№	Позначення	Найменування	Дод. відомості
		Текстові документи	
1	ГЮИК. 504390.004ПЗ	Пояснювальна записка	79 с.
		Додаток Б	
		Лістинг коду програми	8 с.
		Графічні документи	
		Додаток А	
		Апробація наукових результатів	
		дослідження	36 с.
		Додаток В	
		Демонстраційний матеріал	У форматі
			*.ppt
			12 слайдів

					ГЮИК. 504390.004ВД	
Змін.	Арк.	№ документа	Підп.	Дата		
Розробив		Готовська А.В.			Розроблення підсистеми підтримки прийняття рішень для технології проєктування роботизованого виробничого процесу	Літ. / Аркуш / Аркушів
Перевірив		Безкоровайний В.В.				
Н. контроль		Стародубцев М.Г.				ХНУРЕ Кафедра КІТАР
Затвердив		Невлюдов І.Ш.				