

**ДОДАТОК А**

## Лістинг програми

Файл diplom.gps

```
GENERATE 4,2

creatingPrepare QUEUE QueuePrepare
SEIZE Prepare
DEPART QueuePrepare
ADVANCE 2,0
RELEASE Prepare
TRANSFER ,creatingLitie

creatingLitie QUEUE QueueLitie
SEIZE Litie
DEPART QueueLitie
ADVANCE 2,1
RELEASE Litie
TRANSFER ,creatingMetal

creatingMetal QUEUE QueueMetal
SEIZE Metal
DEPART QueueMetal
ADVANCE 2,1
RELEASE Metal
TRANSFER ,creatingCutting

creatingCutting QUEUE QueueCutting
SEIZE Cutting
DEPART QueueCutting
ADVANCE 1,0
```

```

RELEASE Cutting
TRANSFER ,creatingInstall

creatingInstall QUEUE QueueInstall
SEIZE Install
DEPART QueueInstall
ADVANCE 1,0
RELEASE Install
TRANSFER ,creatingrazdelenieNaKrishki

creatingrazdelenieNaKrishki SPLIT 2, creatingInstallChip

MITKA1          TRANSFER .5,MITKA2,Verstat1

MITKA2          TRANSFER 1,Verstat2

Verstat1        ASSIGN 1,1
                QUEUE QueueVerstat1
                SEIZE Verstat11
                DEPART QueueVerstat1
                ADVANCE 2,1
                RELEASE Verstat11
                TRANSFER ,creatingInstallChip

Verstat2        ASSIGN 1,2
                QUEUE QueueVerstat2
                SEIZE Verstat22
                DEPART QueueVerstat2
                ADVANCE 3,1
                RELEASE Verstat22
                TRANSFER ,creatingInstallChip

creatingInstallChip          ASSEMBLE 2
                QUEUE QueueInstallChip
                SEIZE InstallChip
                DEPART QueueInstallChip

```

```

ADVANCE 1,0
RELEASE InstallChip
TRANSFER ,creatingZapaika

creatingZapaika QUEUE QueueZapaika
SEIZE Zapaika
DEPART QueueZapaika
ADVANCE 1,0
RELEASE Zapaika
TRANSFER ,creatingTesting

creatingTesting QUEUE QueueTesting
SEIZE Testing
DEPART QueueTesting
ADVANCE 1,0
RELEASE Testing
TRANSFER 0.77,creatingMarking,TEST1

TEST1 TEST E p1,1,UTILIZATION
PREEMPT TESTER1
PRIORITY 1
ADVANCE 2,1
RETURN TESTER1

creatingMarking QUEUE QueueMarking
SEIZE Marking
DEPART QueueMarking
ADVANCE 1,0
RELEASE Marking

TheEnd TERMINATE

UTILIZATION TERMINATE

GENERATE 72
TERMINATE 1

```

START 1

RESET

## ДОДАТОК Б

Апробація результатів наукових досліджень

*Міністерство освіти і науки України*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*



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

**МАТЕРІАЛИ  
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ І МОЛОДИХ  
УЧЕНИХ**

20 листопада 2024 р.

Харків 2024

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, 2024. – 386 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 Gyrsa, 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»*

*Лобур М.В., проф., Україна, Львів, НУ «Львівська політехніка»*

*Невлюдов І.Ш., проф., Україна, Харків, ХНУ-РЕ*

*Нефьодов Л.І. проф., Україна, Харків, ХНАДУ*

*Петренко Ю.А., проф., Україна, Харків, ХНАДУ*

*Тимчук С. О., проф., Україна, Суми, СумДУ*

*Харченко В.С., проф., Україна, Харків, НАУ «ХАІ»*

*Чернов С.К., проф., Україна, Миколаїв, НУК*

© ХНАДУ, 2024

**СЕКЦІЯ 3  
ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ**

OVERVIEW OF DIGITAL LOCKS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE	112
Lvov A.A., Sotnik S.V.	
OVERVIEW OF COMPUTER VISION AREAS APPLICATION FOR INSPECTION AND QUALITY CONTROL	117
Khalimonov Y.I., Sotnik S.V.	
RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT CONTROLLED AIR EXCHANGE SYSTEM FOR USE IN STANDARD CONDITIONS BASED ON IOT	122
Dzhumabekova Z.A., Fazylov N.N.	
REMOTE MONITORING USING THE KERAS LIBRARY	126
Kashaganova G.B., Ilakhunov P.Kh.	
ANALYSIS OF CLOUD AUTHENTICATION SYSTEMS FOR BIOMETRIC DATA	131
Assylbek D.O.	
IOT AIR EXCHANGE CONTROL SYSTEM	136
Sultanbay A.J.	

**СЕКЦІЯ 4  
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ  
НА ВИРОБНИЦТВІ ТА В ОСВІТІ**

ВИБІР МЕТОДІВ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ	142
Білик Г. В., Д'яков О.Д.	
СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ	146
Горбань А. Ю., Безкоровайний В. В.	
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «ВОДНІ РЕСУРСИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»	150
Д'яков О.Д.	
ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІД-РЕГУЛЯТОРІВ	153
Добрянський Р. О.	

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ВИБОРУ CRM СИСТЕМИ ДЛЯ СТАРТАПУ ІТ КОМПАНІЇ Філь Н.Ю., Белогуров С.О.	248
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ДЛЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЛОГІСТИЧНОЇ КОМПАНІЇ Хейло І.С., Колесник Л.В.	251
БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ Хорошайло Ю. Є., Сезонова І. К.	254
СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РУХОМ КРОКУЮЧОГО РОБОТА Щербачов О. В.	257
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ ПАКЕТІВ РОБІТ У КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОМУ ВИРОБНИЧОМУ ПРОЦЕСІ Щолоков І. С., Безкоровайний В. В.	261
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ВИПУСКНИКІВ КАФЕДРИ Мірошніченко Д.В.	265
ADAPTIVE LEARNING WITH AI: ANALYSIS OF EXISTING SOLUTIONS AND DEVELOPMENT PROSPECTS Altynali N.	272
ANALYSIS OF AI-DRIVEN APPROACHES TO PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION: A FOCUS ON PSYCHOLOGY, SKILLS, AND MARKET TRENDS Zhaxygeldiyeva K.	277
BLOCKCHAIN IN EDUCATION: STUDYING SMART CONTRACTS TO CREATE A DECENTRALIZED SYSTEM Koshkinbayeva B., Kalpeyeva Z.	288
RESEARCH ON THE CHARACTERISTICS OF CRIMINAL OFFENSES IN THE FIELD OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS Yuldashev R., Kalpeyeva Z.	294
USER PREFERENCES FOR UI DESIGN ELEMENTS: IMPACT ON LEARNING AND SKILL DEVELOPMENT ON COURSERA, EDX, AND STEPIK Ospankhan A., Kalpeyeva Z.	300
DESCRIPTION OF THE CONCEPTUAL-ARCHITECTURAL MODEL OF THE SMART CITY Togzhanova K.O., Rametov N	306

УДК 519.876.5: 658.512

**МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ ПАКЕТІВ РОБІТ У  
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОМУ ВИРОБНИЧОМУ ПРОЦЕСІ***Щолоков І. С., Безкоровайний В. В.**Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків*

До комп'ютерно-інтегрованих технологічних процесів (КІТП) у сучасних виробничих компаніях висуваються все більш високі вимоги щодо якості продукції, їх екологічності, гнучкості, продуктивності, економічності, надійності тощо. Для задоволення цих вимог на етапах проектування, модернізації та керування КІТП розв'язується множина задач їх структурної, топологічної, параметричної оптимізації. У багатьох випадках при їх розв'язанні виникає необхідність найкращого розподілу потоків робіт (операцій) чи пакетів робіт між технологічним обладнанням. З цією метою використовуються математичні моделі і методи розв'язання задач про призначення та методологія математичного моделювання [1].

Для підвищення ефективності КІТП пропонується удосконалити модель процесу розподілу й виконання пакетів робіт, що дозволить більш повно враховувати специфіку робіт, завантаженість обладнання, витрати ресурсів і часові обмеження. Основними завданнями для розробленої моделі є: підвищення гнучкості технологічного процесу шляхом динамічного розподілу ресурсів та завдань; забезпечення оптимального використання ресурсів (обладнання, енергетичних, часових ресурсів) [2].

З метою врахування стохастичних факторів пропонується подавати процес розподілу і виконання робіт як процес функціонування системи з чергами (системи масового обслуговування – СМО). У цьому випадку пакети робіт подаються як заявки, що надходять на її вхід у випадкові моменти часу. Такі технології функціонування найбільш характерні для одиничного, малосерійного виробництва, ремонтних цехів. На першій фазі канал СМО здійснює розподіл заявки (пакету робіт) на  $n$  споріднених заявок (робіт

різної спеціалізації) між  $r$  каналами (технологічного обладнання). Матеріальні (фінансові) витрати, час та якість обробки заявки на другій фазі (виконання технологічних операцій) залежать від характеристик каналу. На останній фазі здійснюється агрегація заявок одного сімейства (складання виробу, оцінка його якості тощо). Її тривалість пропонується подавати випадковою величиною з заданим законом розподілу [3].

Розподіл робіт між каналами здійснюється шляхом розв'язання класичної задачі про призначення за показниками фінансових витрат  $k_1(x) \rightarrow \min_x$ , витрат часу на виконання пакету робіт  $k_2(x) \rightarrow \min_x$  та якості виконання пакету робіт  $k_3(x) \rightarrow \max_x$ , модель якої для  $n=r$  має вигляд [2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \rightarrow \min_x, a_{ij} > 0, i, j = \overline{1, n}; \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = \overline{1, n}, \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = \overline{1, n}, x_{ij} \in \{0, 1\}, i, j = \overline{1, n}, \end{array} \right. \quad (1)$$

де  $x = [x_{ij}]$ ,  $i, j = \overline{1, n}$  – матриця призначення (елемент  $x_{ij} = 1$ , якщо  $i$ -та робота виконується на  $j$ -му обладнанні;  $x_{ij} = 0$  – в іншому випадку).

При цьому загальні витрати ресурсні на виконання  $i$ -ї роботи на  $j$ -му обладнанні враховують витрати на перехід до її виконання після виконання роботи з попереднього пакету.

Для оцінки варіантів розподілу з множини допустимих  $x \in X$  в задачі (1) одночасно за всією множиною локальних критеріїв пропонується використати їх адитивну згортку [4]:

$$P(x) = \sum_{l=1}^3 \lambda_l \xi_l(x) \rightarrow \max_{x \in X}, \xi_l(x) = \{[k_l(x) - k_l^-] / [k_l^+ - k_l^-]\}^{\alpha_l}, l = \overline{1, 3}, \quad (2)$$

де  $P(x)$  – функція загальної якості розподілу робіт  $x \in X$ ;  $\lambda_l$  – вагові коефіцієнти локальних критеріїв,  $\lambda_l \geq 0$ ,  $l = \overline{1, 3}$ ,  $\sum_{l=1}^3 \lambda_l = 1$ ;  $\xi_l(s)$  – функція корисності локального критерію  $k_l(x)$ ;  $k_l^+$ ,  $k_l^-$  – найкраще та найгірше

значення локального критерію  $k_j(x)$ ;  $\alpha_j$  – параметри, які визначають вид функції корисності значень локального критерію (увігнута, випукла чи лінійна).

Для визначення часу виконання пакетів робіт пропонується здійснювати імітаційне моделювання процесу як Q-схеми, подаючи вхідний потік пакетів як джерело Д, можливі черги перед технологічним обладнанням як накопичувачі  $H_i$ , а технологічне обладнання як канали  $K_i$  (рис. 1).

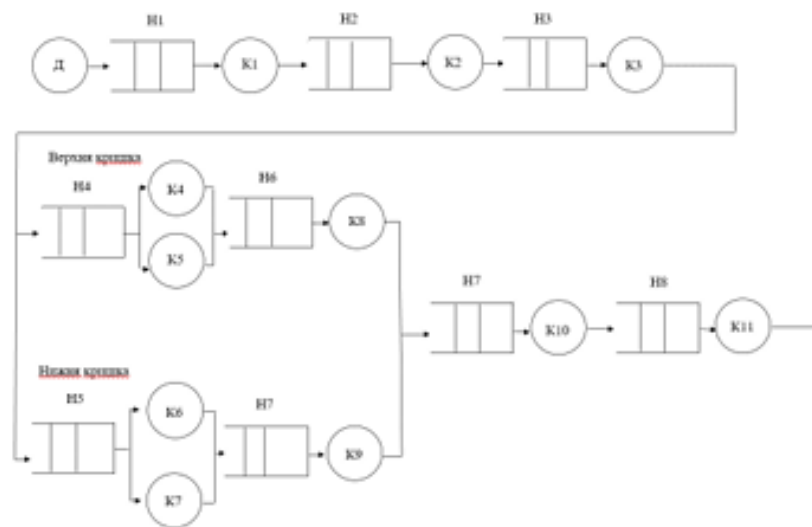


Рисунок 1 – Фрагмент Q-схеми процесу виготовлення корпусу електронного приладу

Для програмної реалізації моделі обрано пакет імітаційного моделювання GPSS W. Як достовірність отримуваних оцінок  $\alpha$  використано ймовірність того, що отримане значення похибки моделювання  $\varepsilon$  не перевищить задане значення  $\varepsilon^*$ :  $P\{|\tau(x) - \bar{\tau}| \leq \varepsilon^*\} = \alpha$ . З урахуванням цього отримаємо співвідношення для оцінки похибок і необхідної кількості комп'ютерних експериментів:

$$\varepsilon = t_{\alpha} \sigma / \sqrt{N}, \quad N^* = t_{\alpha}^2 \sigma^2 / \varepsilon^2, \quad (3)$$

де  $t_{\alpha}$  – квантиль нормального розподілу ймовірностей для заданого рівня достовірності  $\alpha$ ;  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення отриманої оцінки.

Запропонована модель дозволяє СІМ-системам підвищити

продуктивність за рахунок ефективного розподілу ресурсів і скорочення часу простою. Її перевагами є: гнучкість (динамічно реагує на зміни у доступності ресурсів і дозволяє коригувати планування); зниження витрат (завдяки оптимізації ресурсів скорочуються енергетичні витрати та простої обладнання); підвищення точності (забезпечує кращий контроль над процесом виконання завдань, що знижує ймовірність помилок).

Отримані результати дозволяють підвищити ефективність технологій структурної та параметричної оптимізації КІТП в процесах їх проектування, реінжинірингу чи керування ними. Їх використання сприятиме, зокрема, підвищенню продуктивності КІТП за рахунок скорочення часу виконання пакетів робіт, підвищувати якість продукції.

Напрямами подальших досліджень можуть бути врахування залежності між складними роботами пакетів, упровадження технологій штучного інтелекту для прогнозування потреби у технологічному обладнанні й автоматичного коригування планів в умовах зміни вимог.

### **Література:**

1. Anil Kumar Inkulu and M.V.A. Raju Bahubalendruni, "Optimal resource allocation for multiple shop floor tasks in collaborative assembly", *Computers & Industrial Engineering*, vol. 185, pp. 109695, 2023.
2. В. В. Безкоровайний, Д. В. Чоломбитко, «Моделювання процесу багатокритеріального розподілу та виконання пакетів робіт під час проектування технологічних систем», *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*, вип. 104, с. 7-14, 2024.
3. V. Bezkorovainyi, H. Bezuhla and D. Cholombytko, "Mathematical models of the cyclic work package distribution task", in *Innovative Integrated Computer Systems in Strategic Project Management*. Riga: ISMA, 2022, pp. 7-15.
4. Beskorovainyi V., "Combined method of ranking options in project decision support systems", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, no 4 (14), pp.13-20, 2020.

## **ДОДАТОК В**

Демонстраційний матеріал

