

УДК 64.52:641.5.06

Ощипок І. М.,
him1960@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5427-3376,
Researcher ID F-4641-2019,
д.т.н., проф., завідувач кафедри харчових технологій,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОПИСУ ХОДУ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ ДІЛЯНОК У ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСАХ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ

Анотація. У статті розглянуто роль роботів для сервісного застосування в ресторанному бізнесі. фактором використання роботів у галузі є зменшення діяльності людини та збільшення продуктивності праці; особливо актуальним це питання є в сучасній дійсності в умовах пандемії COVID-19. Робот у цьому сегменті розглядається як електромеханічна машина, яка працює разом із комп'ютером, що виконує різні функції. описано виробничу сферу закладу ресторанного господарства в контексті функціонування гнучкої автоматизованої системи. розглянуто питання методології формалізації опису із застосуванням роботизованих комплексів виробничих умов, де взаємодіють знаряддя й об'єкти праці, які супроводжуються перетворенням об'єктів праці, що мають багатофакторний характер. При цьому досліджена сукупність перетворень і зв'язків як цілісної системи трансформацій сировини й матеріалів, енергії й інформації та взаємозв'язків між ними, які є абстрактними відображеннями такої сукупності. виділено п'ять рівнів ієрархії формалізованого опису процесів. Ці взаємозв'язки характеризують граф-записами. У вершині графа позначається відношення перетворень, а ребрами – відношення зв'язків. Розглянутий формалізований опис дає змогу змоделювати поведінку технологічного процесу з використанням роботизованого комплексу для багатоманітної техніки й технології, яка може застосовуватися. На цій основі вибирається найефективніший процес виробництва на базі підбраного критерію оптимальності. Причому враховується ступінь деталізації процесу виробництва. Указано потенціал професійної сервісної робототехніки, яка здатна працювати пліч-о-пліч із людиною в ресторанному бізнесі. Обґрунтовано, що роботи в ресторанах роблять харчову промисловість безпечнішою, персоналізованішою та ефективнішою.

Ключові слова: робот, ресторан, бізнес, формалізація, обслуговування, технологія, процес.

Oshchypok I. M.,
him1960@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5427-3376,
Researcher ID: F-4641-2019,
Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Food Technologies,
Lviv University of Trade and Economics, Lviv

FORMALIZATION OF THE DESCRIPTION OF THE COURSE OF ROBOTIC SITES FUNCTIONING IN PRODUCTION PROCESSES OF RESTAURANT BUSINESS

Abstract. The article considers the role of robots for servicing use in the restaurant business. The factor of using robots in the industry is to reduce human activity and increase labor productivity; this issue is especially relevant in today's reality in the context of the COVID-19 pandemic. In this industry, a robot is seen as an electromechanical machine that co-works with a computer to perform various functions. The production sphere of a restaurant enterprise in the context of functioning of a flexible automated system is described. The issues of methodology of formalization of production conditions description with the use of robotic systems where tools and objects of labor interact, which are accompanied by the transformation of objects of labor, which have a multifactorial character, are considered. Herewith, the set of changes and connections as a holistic system of transformations of raw materials, energy and information as well as the relationships among them, which are abstract reflections of such a set, is studied. The five levels of hierarchy of a formalized process description are selected. These relationships are characterized by graph-records. The top of the graph

indicates the conversion ratio and the edges – the relationship ratio. The considered formalized description allows to model the conduct of the technological process using a robotic complex for a diverse equipment and technology that can be used. On this basis, the most efficient production process is selected, based on the most important criterion of optimality. Moreover, the degree of detailing of the production process is taken into account. The potential of professional service robotics, which is able to work side-by-side with a human in the restaurant business, is indicated. It is substantiated that robots in restaurants makes the food industry safer, more personalized and more efficient.

Key words: robot, restaurant, business, formalization, service, technology, process.

JEL Classification: L64, O14, O32
DOI 10.36477/2522-1221-2021-27-09

Постановка проблеми. Роль роботів стає значною для сервісного застосування в ресторанному бізнесі та підвищення його конкурентоспроможності. Трансформація роботів у харчовій промисловості збільшує продуктивність бізнесу, знижує вартість і покращує обслуговування споживачів. Шкала використання роботів має тенденцію до зростання в усьому світі, коли галузі модернізуються та збільшуються виробничі потужності, здатні вирішувати складні завдання. У сучасному конкурентному бізнесі роль роботів стає визначальною для сфери обслуговування. Важливим фактором використання роботів у галузі є зменшення діяльності людини та збільшення продуктивності праці. дефіцит робочої сили спонукатиме й надалі підприємства громадського харчування використовувати більше роботів; особливо актуальним це питання стає в сучасній дійсності в умовах пандемії COVID-19.

Робототехнічні дослідження розширили можливості індустріальних країн, просунули технологічний стандарт і розвиток малих і середніх виробників. Трансформація робота в секторі послуг значно підвищує продуктивність праці в обслуговуванні споживачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Манші та Шукла (2012) проаналізували зростання ринку промислових і сервісних роботів, головним чином пов'язаних зі зростанням двох категорій роботів у XXI столітті. Зростання сервісних роботів, можливо, є вищим, оскільки вони володіють величезною часткою ринку, серед яких найбільшу становлять роботи для обслуговування людей. Вони порівняли зростання роботів у галузі з точки зору продаж і їх поширення. Зростання сервісних роботів показало вищий відсоток розповсюдження, ніж промислових роботів за сферами застосування. Зроблено висновок, що розвиток індустрії робототехніки і їх технологічна трансформація мають значну потребу в різ-

них галузях промисловості у великих масштабах на початку XXI століття.

Роботи використовуються для підвищення якості продукції та зменшення витрат. Низька вартість обслуговування з високою продуктивністю в ресторанному бізнесі розглядається як головна перевага роботизації. Якщо розглядати харчову промисловість, то зрозуміло: роботи можуть слугувати багатьом цілям, головним чином у виробничих системах для операцій із обробки сировини й упакування (Wallin, 1997).

Харчова промисловість, розвиваючись із 1980-х років, не показала достатньо ефективного зростання через високі затрати, пов'язані з технологіями. Після аналізу послідовності виконання роботизованих процесів і підвищення ефективності та зменшення робочих місць харчова промисловість розширила використання роботів для різних застосувань, що призвело до високої продуктивності.

Довіра до роботів стала необхідною умовою застосування в харчовій промисловості, коли автоматизована робота трансформувала ці вимоги до потреб галузі. За даними Mahalik і Nambiar (2009), харчова промисловість включає виробництво харчових продуктів, їх переробку й обслуговування під час харчування; усі вони включають роботизовані операції для різних цілей (Erzincanli & Sharp, 1997). У світовому масштабі в харчовій промисловості відбулися значні зміни. Суворі умови функціонування, екстремальні температури, швидкий процес виробництва недорогих товарів є основними ознаками галузі. Більше того, швидкокопсувні продукти й вироби спонукають виробників підтримувати ефективність і скорочувати терміни виконання (Mahalik & Nambiar, 2009). Зниження відходів, підвищення продуктивності, малий час заміни, гнучкість і якість продукції – це переваги роботів у харчовій промисловості (Rene et al. 2010). Роботи зручніші у взаємодії з товаром, зокрема нових конструкцій

і форм без потреби в додатковій конфігурації або перепрограмуванні (Spreckly, 2011).

Через зростання тенденції до усвідомлення важливості здоров'я для людини харчові продукти вимагають спеціального ставлення та зберігання (Erzincanli & Sharp, 1997) з тієї причини, що вони швидко псуються. На додачу безпека харчових продуктів має велике значення, оскільки це спричиняє позитивний вплив на якість їжі, що досягається спеціальними процесами із забезпечення заходів безпеки (Фернандо та ін., 2014). Успіх харчової промисловості завжди залежить від стабільності й високої якості продукції, окупності інвестицій, а роботи призначені для задоволення всіх цих потреб. Тому до них постійно зростають вимоги стосовно харчової промисловості. дотримання гігієни є наріжною проблемою харчової промисловості, оскільки впливає на загальний обсяг продаж і продуктивність сектора. У статті Green (2013) зазначається, що кожна шоста особа захворіла в результаті споживання неякісної їжі в США. Крім того, головним стимулом до роботизації в харчовій промисловості є зростання вартості робочої сили.

допомогу роботів в основному використовують на службові функції, які виконуються напів- або повністю автономно від діяльності людини. Сервісні роботи поділяються на професійних і персональних для виконання службових завдань. професійні використовуються як роботи-

офіціанти й роботи-керівники. Персональні виконують завдання окремо взятого працівника в його діяльності. У дослідженнях ринку службової робототехніки показано, що професійні сервісні роботи сегментують найбільшу частку на ринку за вартістю. З іншого боку, персональні сервісні роботи покривають максимально ринок за обсягом (San Jos, 2010).

Сьогодні не можна стверджувати, що громадському харчуванню в цілому загрожує ресторанна роботизація. Один суши-робот коштує близько 50–55 тисяч доларів США, рол-робот дешевший – приблизно 10 тисяч доларів США. Є сенс закуповувати подібне устаткування за наявності скупчення маленьких кафе в зручних місцях, наприклад, у великих супермаркетах із великим трафіком. Тут машина, звичайно, перевершить будь-якого сушиста, тому що останнім при найвищій кваліфікації потрібен час на нарізку інгредієнтів, ліплення рисової кульки, подачу. Робот дає змогу організувати справжній грамотний фастфуд. Роботи повільно, але стрімко проникають і на ресторани кухні, і в зали закладів. Уже є й роботи-офіціанти (рис. 1), і літаючий робот-піднос – він зроблений на основі міні-гвинтокрила.

Питання проектування автоматизованих систем розглянуті в роботах [1; 9; 10], застосування роботів у харчовій промисловості досліджене в працях [2; 11], обґрунтована доцільність застосування, формування інформаційно-аналітичного



Рис. 1. Роботи-офіціанти

забезпечення процесу прийняття інвестиційних рішень на підприємствах виробничої сфери [3–8].

Постановка завдання. Передбачається, що роботів розумно застосовувати при обробці харчових продуктів, упаковуванні й підтримці гігієни при обслуговуванні. Вища пропускну спроможність і зменшення витрат, економія праці – головні переваги роботів у харчовій промисловості. На відміну від промислових виробничих роботів, вони гнучкіші, оскільки їх можна встановлювати в зручному місці та працювати в різних напрямках, використовуючи весь простір.

Якщо розглядати застосування роботів у громадському харчуванні, то важливе місце займає формалізація опису виробничої сфери закладу ресторанного господарства в контексті функціонування гнучкої автоматизованої системи. Розгляд питань методології формалізації опису із застосуванням роботизованих комплексів є доцільним у виробничих умовах взаємодії знарядь та об'єктів праці й супроводжується перетворенням об'єктів праці, має багатофакторний характер. При цьому сукупність перетворень і зв'язків являє собою цілісну систему, яку необхідно дослідити.

Виклад основного матеріалу дослідження. Робот у цьому контексті розглянемо як електромеханічну машину, що працює разом із комп'ютером, який виконує різні функції. Згідно з Міжнародною стандартною класифікацією (1997), роботом можна автоматично керувати, можна перепрограмувати багатофункціональний маніпулятор, керований у трьох і більше напрямках. В основному роботи можуть бути класифіковані за ступенем автономності чи галузі, де вони використовуються, і метою, яку вони виконують. За ступенем автономності їх можна класифікувати як канцелярські, наземні, підводні та повітряні. Роботи в категорії виконання мети включають суперництво за прибутковістю, продуктивністю й універсальністю.

робот із виготовлення суші в ресторанному бізнесі здатен виготовляти до 2000 суші за годину, причому продуктивність можна регулювати – у більшу або меншу сторону. Жоден сушист не забезпечить рівномірне стиснення рисової кульки при такому обороті, дотримуючись при цьому належної якості. Робот-апарат проробляє це автоматично та якісно. Технологічно процес виглядає так: рис закладають у спеціальне відділення, механізм формує 28-грамову кульку, яка промащується васабі й подається на міні-конвеєр, далі обслуговуючий машину опера-

тор викладає з лотка на заготовку нарізану рибу, після чого автомат упакує готові суші. Ця упаковка розроблена із застосуванням нанотехнологій, у ній є мікроскопічні пори, що дають змогу продуктові не пітніти й зберігати свіжість протягом 24 годин. Це дуже великий термін для рису, який, згідно з японськими традиціями, повинен бути «живим», дихати. Природно, у процесі виробляється потрібна кількість різних суші, для чого готуються лотки з необхідними інгредієнтами: лососем, вугром тощо. У результаті є можливість регулювати кількість суші з різним наповненням (рис. 2).



Рис. 2. автоматично упаковані готові суші

Рол-апарат діє за таким самим принципом: з рису формується пласт, куди кладеться необхідна начинка, робот загортає все в циліндричної форми виріб, потім ріже його на порції.

Економічна вигода використання суші- й рол-роботів полягає в тому, що для їх обслуговування потрібно тільки по одному оператору, причому необов'язково висококваліфікованому, тоді як справжнього сушиста навчають 10 років, відповідно, «вартує» він на порядок дорожче.

Варто зазначити, що варіант видачі суші упакованих найбільш вигідний при орієнтації на формат take away. Такі суші зручно брати із собою, вони є зручними, оскільки упаковка відкривається легким натисканням із двох сторін.

Роботи найбільш вигідні при високій прохідності місця невеликого кафе, коли споживачі мають вибір: перекусити на місці або взяти їжу із собою. Реалізація суші не передбачає розвезення продукції, адже має бути дотримана певна технологія зберігання й викладки страв, але за рахунок високої продуктивності роботів і якості упаковки в результаті отримуємо можливість обслуговувати клієнтів кейтерингом.

Виробнича система закладу ресторанного господарства визначається сукупністю перетворень сировини й матеріалів, енергії й інфор-

мації та взаємозв'язків між ними, які перетворюють входи й виходи елементів системи і являють собою абстрактні відображення такої сукупності. Власні властивості системи опишемо на двох рівнях: якісному й кількісному. Якісний рівень утворено з параметрів, які описують функцію і структуру системи, а кількісний – параметрами, які чисельно виражають властивості системи. Тому реальну систему будемо характеризувати не тільки сукупністю перетворень і зв'язків, а й наявністю відношень перетворень при існуванні відношень зв'язків. Саме відношення перетворень відображає якісну та кількісну сторони перетворень, тоді як відношення зв'язків – характер взаємодії між елементами реальної системи, у якій здійснюється перетворення.

Так, реальній технічній системі властивий ряд елементів 1, 2 тощо, які забезпечують її функціонування згідно з відношенням перетворень при наявності визначених відношень зв'язків між елементами, аналітичний запис яких показано на графічному зображенні на рисунку (рис. 3).

Відношення між цією системою й іншими системами розкривають зв'язки $A_{ex}=A_1$ і $V_3'=V_{их}$, відношення між елементами всередині системи визначаються зв'язками $V_1=A_2'$, $V_2=A_3$, $V_3''=A_4$ і $V_4=A_2''$: відношення перетворень – зв'язками $A_1 V_1$, $A_2' V_2$ тощо. При розв'язанні задач аналізу й синтезу виробничих систем виникає необхідність вибору форми запису системи; крім наведеного на рис. 3, можна застосувати графічний запис, коли вершини графа позначають відношення перетворень, а ребра – відношення зв'язків (рис. 4); можлива побудова зворотних

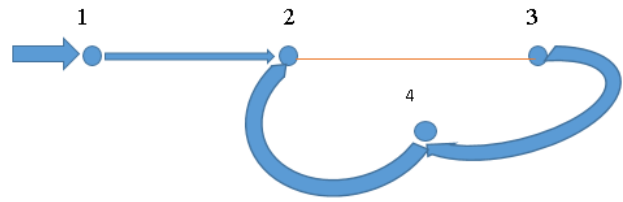


Рис. 4. Прямий граф роботехнічної системи

графів, для яких відношення зв'язків (тотожних пар входів і виходів потоків сировини, матеріалів, енергії чи інформації) позначаються вершинами графа (рис. 5).

На більш високому рівні деталізації опису зручно користуватися прямою формою графічного запису, при більш низькому рівні – зворотною.

Формалізація елементів виробничого процесу пов'язана з описом функції процесів як об'єктів керування, операцій як сукупностей перетворень і зв'язків в об'єкті керування, складу й функціональних задач елементів об'єкта, як відношень перетворень і зв'язків, які характеризують елементи. Доцільно виділити п'ять рівнів ієрархії формалізованого опису процесів.

Так, функцією Φ будь-якого виробничого процесу в загальному випадку є встановлення відповідності між об'єктами праці (СН – сировиною і матеріалами, енергією E , інформацією I), способами дії D на об'єкти праці, часом T виробничого циклу і просторовими координатами K . Ці складники можуть бути описані декартовим добутком:

$$\Phi \subset \{C, M, E, I\} D \times T \times K \quad (1)$$

Вираз (1) функції виробничого процесу є першим рівнем формалізованого опису.

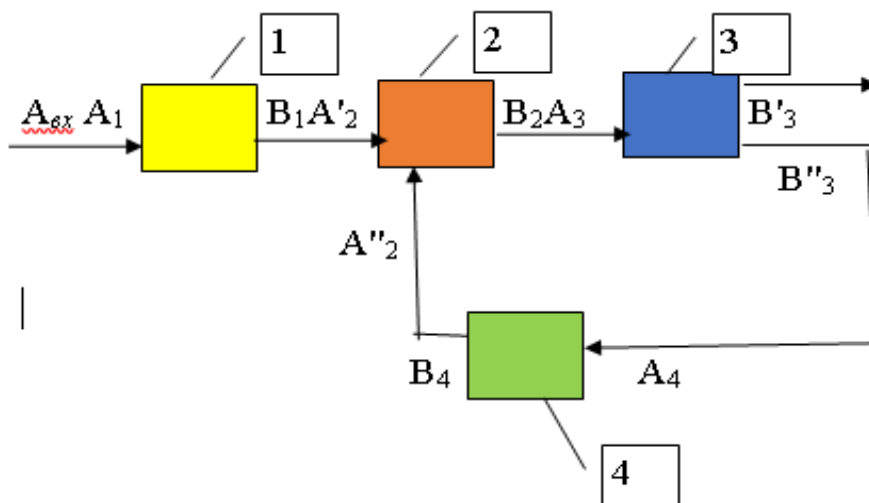


Рис. 3. Схема роботехнічної системи елементів процесу з відповідними відношеннями

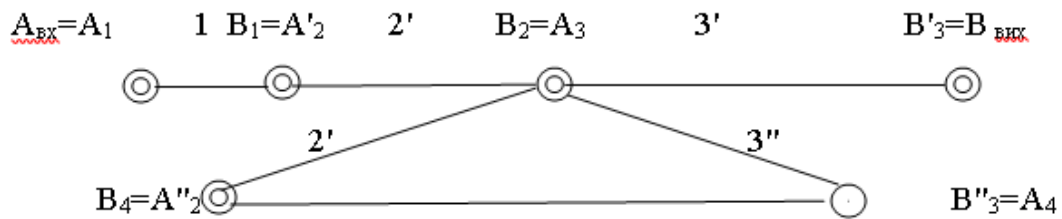


Рис. 5. Зворотний граф роботехнічної системи

Підфункції (Φ_n – процеси) призначені для опису способу й часу дії на об’єкти праці та зміни їх просторових координат:

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{n1}(D,K) &\subset \{SM,E,I\} T; \\ \Phi_{n2}(T,K) &\subset \{SM,E,I\} D; \\ \dots\dots\dots \\ \Phi_{n14}(\{SM,E,I\}) &\subset D \times T \times K \end{aligned} \right\} (2)$$

Вирази (2) є проєкціями функціональних залежностей, які описують виробничі процеси, на відповідні координатні площини.

Подальша деталізація опису функцій (1) дає змогу виділити другий рівень формалізованого опису технологій; для цього у вираз (1) здійснюємо підстановку $D=D_0 \vee D_l \vee D_n \vee D_{np}$. Цей етап деталізації опису є надзвичайно важливим для визначення способу взаємодії знарядь та об’єктів праці, але разом із тим дає змогу відобразити якісні зміни в розвитку знарядь праці, які характеризують перехід до нового класу (наступної стадії їх розвитку). Докорінні зміни характеру цієї взаємодії дають можливість виділити чотири класи технологій. Перший із них одиничний D_0 – індивідуальна взаємодія знарядь праці з окремими об’єктами праці. Цей клас технологій відрізняється малою продуктивністю. Другий клас передбачає лінійну D_n дію знарядь праці на об’єкти праці або одночасну дію на декілька об’єктів, розміщених, наприклад, у ряд. Продуктивність праці зростає лінійно і пропорційно числу об’єктів, які розміщені в ряд і які одночасно обробляються. Технології третього класу ще більше відрізняються й характеризуються поверхневою взаємодією D_n знарядь та об’єктів праці (так звана групова взаємодія на об’єкти розміщення на поверхні). Продуктивність праці при цьому зростає пропорційно робочій поверхні знарядь праці. Четвертий клас технологій характеризується просторовою взаємодією знарядь та об’єктів праці D_{np} , при цьому з’являється можливість поряд із різким підвищенням продуктивності за рахунок одночасної дії на об’єм об’єкта (масу об’єктів) збільшувати ймовірність здійс-

нення виробничого процесу, або технологічних операцій.

На другому етапі деталізації вираз (1) набуває вигляду:

$$\Phi_T \subset \{SM,E,I\} (D_0 \vee D_l \vee D_n \vee D_{np}) \times T \times K \quad (3)$$

Третій рівень деталізації опису передбачає встановлення характеру неперервності взаємодії знарядь та об’єктів праці; для цього у виразі (3) здійснюємо заміну $T=T_n \vee T_d$; такий рівень формалізації опису дає можливість виділити неперервні T_n і дискретні T_d процеси. Різниця в характері неперервності взаємодії знарядь та об’єктів праці для неперервних і дискретних технологічних процесів вимагає не тільки принципово різних за функціональними властивостями знарядь праці, а отже, різної їх елементної бази, а й урахування істотних відмінностей в організації технологічних процесів і їх технологічної підготовки. Порядок виконання Φ'_n -процесів цього рівня формалізації опису випливає з визначеності виразу:

$$\Phi_n^i \subset \{SM,E,I\} \times (D_0 \vee D_l \vee D_n \vee D_{np}) \times (T_n \vee T_d) \times K \quad (4)$$

Виділення цього рівня формалізації опису, який характеризує принцип функціонування знарядь праці, дає змогу перейти до подальшої деталізації опису функцій на четвертому рівні ієрархії. Для цього у виразі (4) виконаємо заміну характеристики K просторових координат об’єктів праці добутком $\Pi \times P$,

де Π – множина лінійних координат,

P – множина кутових координат.

Отже,

$$\Phi_o \subset \{SM,I,E\} \times (D_0 \vee D_l \vee D_n \vee D_{np}) \times (T_n \vee T_d) \times \Pi \times P \quad (5)$$

Система виразів, яка визначає функції знарядь праці й показує функціональні операції (Φ_0 -операції), може бути отримана із системи (6) шляхом встановлення відповідності між змінними, які входять у цю систему:

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{01}(D,P) &\subset \{CM,E,I\} \times (T_n \vee T_d) \times \Pi; \\ \Phi_{02}(D,\Pi) &\subset \{CM,E,I\} \times (T_n \vee T_d) \times P; \\ \Phi_{03}(D) &\subset \{CM,E,I\} \times (T_n \vee T_d) \times \Pi \times P; \end{aligned} \right\} (6)$$

Так, зокрема, перший вираз системи (6) є описом функціональних операцій, які встановлюють відповідність у часі між об'єктами праці CM, E, I й лінійними координатами Π при неістотних змінах або фіксованих значеннях кутових координат P для прийнятого способу взаємодії D_0, D_1, D_n або D_{np} знарядь та об'єктів праці; відповідність у часі між елементами множини CM, E, I і P при неістотній зміні або фіксованих значеннях Π для прийнятого способу взаємодії D знарядь та об'єктів праці; зміну в часі лінійних Π і кутових P координат елементів, які належать CM, E і для прийнятого способу взаємодії таї об'єктів праці А, БЗ. Функції знарядь праці реалізуються відповідними типами функціональних машин (CM, E, I, ДТП-машиною реалізується CM, E, I, ДТП-операція, ДТПР-машиною реалізується ДТПР-операція тощо), належних допоміжній частині виробничих (технологічних) систем. Відділення на цьому рівні формалізації опису функцій знарядь праці дають змогу встановити їх типаж за отриманими функціями.

П'ятий ієрархічний функціональний рівень відповідає функціональним переходам (Ф-переходам). Формування множини Ф-переходів може бути здійснено деталізацією множини лінійних Π і кутових P координат (рухів), які можуть займати (виконувати) знаряддя й об'єкти праці в процесі взаємодії. Лінійні координати забезпечуються деякими класами функціональних пристроїв, які дають можливість знаряддям та об'єктам праці переміщатися вздовж координат x, y, z . Такі пристрої забезпечують транспортні переміщення, або лінійне позиціонування об'єктів і знарядь праці. Кутові координати (ротації) α, β, γ реалізуються пристроями ротаційної дії. При цьому залежно від напрямку осей ротації в обертальних парах кінематичних структур пристроїв ротаційної дії можна забезпечити і транспортні, й орієнтуючі рухи знаряддям та об'єктом праці. Так, поздовжньо-обертальні пари P_n мають осі обертання, які співпадають із поздовжніми осями ланок пристроїв, так що такими пристроями реалізуються орієнтуючі й поступальні рухи об'єктів і знарядь праці. Цей рівень деталізації дає змогу виявити склад елементарних задач, які розв'язуються на нижньому рівні ієрархії, і формалізувати їх опис. З урахуванням способу й умов неперервності вза-

ємодії знарядь та об'єктів праці, типажу знарядь праці й складу елементарних задач повна номенклатура функціональних пристроїв визначається декартовим добутком:

$$\Phi_{пов} \subset \left[(D_0 \vee D_n \times D_n \vee D_{06}) \times (T_n \vee T_d) \times X \times Y \times Z \times (\pm_n \vee \pm_k) \times ({}^2_n \times {}^2_k) \times (j_n \vee {}^3_k) \right] (7)$$

Це дає змогу отримати $64 \times (2^{n-1} - 1) = 64 \times (2^8 - 1) = 8128$ фактор множин чи функціональних пристроїв, на базі яких формуються будь-які виробничі (технологічні) процеси. Необхідно також урахувувати можливість одночасного виконання умов $(D_0 \vee D_n \times D_n \vee D_{06}) \times (T_n \vee T_d) \times X \times Y \times Z \times (\pm_n \vee \pm_k \vee {}^3_k)$ пристроями як задач транспортування, так й орієнтування об'єктів і знарядь праці.

Використовуючи можливість морфологічного опису роботизованих (виробничих) процесів за допомогою граф-записів, рівні, виділені на етапах деталізації формалізованого опису виробничих систем, можуть розкладатися так.

З умов значення функціонального відображення (1) послідовність реалізації Ф-виробничих процесів описують орграфом,

$$\text{де } a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6 \in \{CM,E,I\} \times K (8)$$

Повний функціональний орграф (ПФО) виробничої системи покажемо на рис. 6, де вузли відповідають зв'язкам між перетвореннями, а також вхідним і вихідним зв'язкам, а ребра – самим перетворенням об'єктів праці. ПФО виступає з визначеності виразу (7) з упакуванням реалізації поздовжніх і потенційних пар.

У реалізаційних виробничих системах деякі Ф-операції можуть не виконуватися, у деяких випадках ланцюжок Ф-операцій може виконуватися одним, у цьому випадку комбінованим, пристроєм (рис. 6).

При використанні якості такого пристрою промислового робота автоматизована технічна система стає робототехнічною.

Висновки і перспективи подальших досліджень у цьому напрямі. Наведено методологію формалізованого опису харчового виробництва із застосуванням роботизованих комплектів. Виробничу систему варто розглядати як потік перетворень сировини й матеріалів, енергії й інформації, що відображається взаємозв'язками між ними. Ці взаємозв'язки характеризуються граф-записами. У вершині графа позначається відношення перетворень, а ребрами – відношення зв'язків. Подібний формалізований опис дає змогу змодельовати поведінку технологічного процесу використання різноманітної техніки

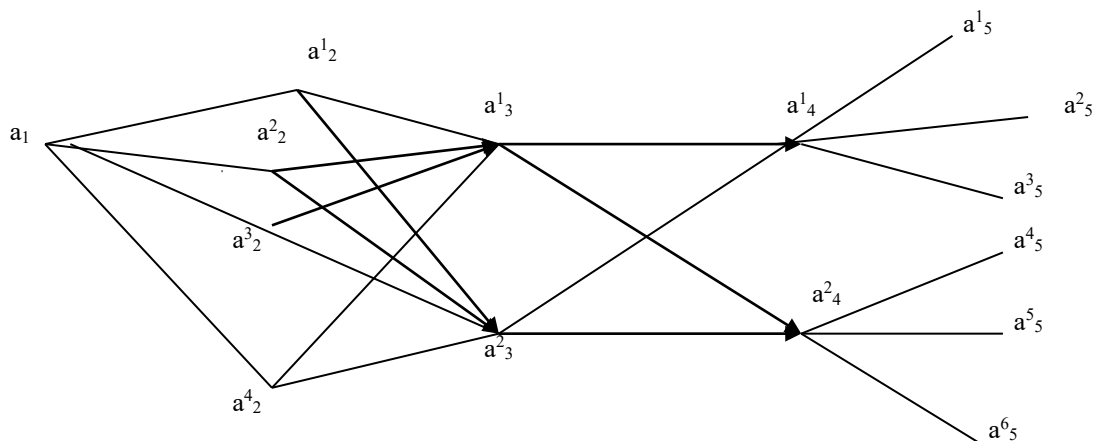


Рис. 6. Повний функціональний орграф

й технології, особливо з роботизованими комплексами, і нові технології. Таким чином, можна вибрати найефективніший процес виробництва на основі підбраного критерію оптимальності, причому враховується ступінь деталізації процесу виробництва.

При розробці роботизованого комплексу виділеної ділянки ресторану на основі запропонованої методології виділяють і функціонально описують взаємодію оператора, перероблюваної сировини, інструменту й застосовуваного обладнання, використовуючи знання новітніх досягнень техніки й технології у виробничо-технологічній діяльності.

Величезний потенціал має професійна сервісна робототехніка: обсяг відповідного глобального ринку зростає із середньою швидкістю 30,5% на рік, нові ніші продовжують з'являтися одна за одною. Промислова робототехніка пережила свій перший бум кілька десятків років тому й нині досягла стадії завершеності, але новими точками зростання в ній можуть стати здатні працювати пліч-о-пліч із людиною роботи й автоматизовані виробництва вже в ресторанному бізнесі.

Роботи в ресторанах, які також називаються автоматизованими машинами, роблять харчову промисловість безпечнішою, персоналізованішою та ефективнішою. Роботи можна знайти в сучасних закладах індустрії ресторанного бізнесу, вони вибирають гамбургери відповідно до певних уподобань, наливають ідеальну чашку кави або навіть готують швидкі невимушені страви з «миски».

ЛІТЕРАТУРА:

1. Автоматизация поискового конструирования / под ред. А.И. Половинкина. *Искусственный*

интеллект в машинном проектировании. Москва : Радио и связь, 1981. 344 с.

2. Anas Mathath and Yudi Fernando Source Robotic Transformation and its Business Applications in Food Industry. 2017. P. 24. URL: <https://www.igi-global.com/chapter/robotic-transformation-and-its-business-applications-in-food-industry/173421> (дата звернення: 14.04.2021).

3. Балан О.С. Науково-методичний підхід до формування інформаційно-аналітичного забезпечення процесу прийняття інвестиційних рішень на підприємствах виробничої сфери. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Економічні науки»*. 2014. № 6 (68). С. 48–57.

4. Базарова Л.А., Бондарев С.А. Технология управления устойчивым развитием промышленных предприятий. *Микроэкономика*. 2011. № 5. С. 53–57.

5. Баранюк І.А., Старченко Г.В. Методи управління проектами організаційного розвитку. *Вісник ЧДТУ*. 2011. № 2. С. 68–72.

6. Кондратьев К.А., Колесников А. М. Тенденции и проблемы развития мирового IT-рынка. *Известия Тульского государственного университета. Серія «Экономические и юридические науки»*. 2013. № 4-1. С. 135–140.

7. Новаківський І.І. Засади формування інформаційного простору структурних бізнес-оболонки. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія «Проблеми економіки та управління». 2013. № 754. С. 53–60.

8. Новаківський І.І. Інноваційні перетворення на основі вітчизняної IT-галузі як стратегічний пріоритет розвитку України. *Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки : матеріали XX ювілейної Міжнародної науково-практичної конференції, Одеса, 11 вересня 2015 р. Київ-Одеса, 2015. Т. I. Ч. II. С. 137–144.*

9. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 336 с.

10. Петренко А.И. Основы автоматизированного проектирования. Київ : Техніка, 1982. 296 с.
11. URL: <https://iz.ru/1018106/2020-06-01> (дата звернення: 14.04.2021).

REFERENCES:

1. Avtomatyzatsiya poyskovoho konstrukturovaniya, pod red. A. Y. Polovynkina (1981), *Yskusstvennyy yntellekt v mashynnom proektyrovannyu*, Radyo y sviaz', Moskva, 344 s.
2. Anas Mathath and Yudi Fernando (2017), Source Robotic Transformation and its Business Applications in Food Industry, p. 24, available at: <https://www.igi-global.com/chapter/robotic-transformation-and-its-business-applications-in-food-industry/173421>.
3. Balan, O. S. (2014), Naukovo-metodychnyj pidkhd do formuvannia informatsijno-analitychnoho zabezpechennia protsesu pryjniattia investytsijnykh rishen' na pidpriemstvakh vyrobnychoi sfery, *Naukovyj visnyk Poltavs'koho universytetu ekonomiky i torhivli*. Serii "Ekonomichni nauky", № 6 (68), s. 48–57.
4. Bazarova, L. A. and Bondarev, S. A. (2011), Tekhnolohiya upravleniya ustojchyvym rozvytyem promyshlennykh predpriatyj, *Mykroekonomyka*, № 5, s. 53–57.
5. Baraniuk, Y. A. and Starchenko, H. V. (2011), Metody upravleniya proektamy orhanyzatsyonnoho rozvytyia, *Visnyk ChDTU*, № 2, s. 68–72.
6. Kondrat'ev, K. A. and Kolesnykov, A. M. (2013), Tendentsyy u problemy rozvytyia myrovoho IT-rynka, *Yzvestyia Tul'skoho hosudarstvennoho unyversyteta. Ekonomycheskye y iurydycheskye nauky.*, № (4-1), s. 135–140.
7. Novakivs'kyj, I. I. (2013), Zasady formuvannia informatsijnoho prostoru strukturnykh biznes-obolonok, *Visnyk Nats. un-tu "L'vivs'ka politekhnika"*. Serii: Problemy ekonomiky ta upravlinnia., № 754, s. 53–60.
8. Novakivs'kyj, I. I. (2015), Innovatsijni peretvorennia na osnovi vitchyznianoj IT-haluzi iak stratehichnyj priorytet rozvytku Ukrainy, *Materialy KhKh iuvilejnoi mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Problemy i perspektyvy innovatsijnoho rozvytku ekonomiky"*, Odesa, 11 veresnia 2015 r. T. I. Ch. II. Kyiv-Odesa, c. 137–144.
9. Norenkov, Y. P. (2002), *Osnovy avtomatyzirovannoho proektyrovannia : uchebnyk dlia vuzov*, 2 nd ed, Yzd-vo MHTU ym. N. E. Baumana, Moskva, 336 s.
10. Petrenko, A. Y. (1982), *Osnovy avtomatyzirovannoho proektyrovannia*, Tekhnika, Kyiv, 296 s.
11. <https://iz.ru/1018106/2020-06-01> (data zvernennia 14.04.2021 r.).

Стаття надійшла до редакції 11.08.2021