

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 621.865

DOI <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2024-2-4>

МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ

Голотюк Микола Віталійович,

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем

ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка»

ORCID ID: 0000-0003-3661-4437

Налобіна Олена Олександрівна,

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем

ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка»

ORCID ID: 0000-0003-1661-7331

Голотюк Вікторія Миколаївна,

студентка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У роботі розглянуті дослідження в галузі мехатроніки, спрямовані на створення засобів робототехніки, що базуються на технічних системах і комплексах. Основним напрямом застосування таких систем залишається промисловість, зокрема машинобудування та приладобудування. У роботі був проведений аналіз і розроблена класифікація технологічних комплексів із використанням роботів. Також було проаналізовано склад алгоритмічного етапу розроблення для визначення алгоритмів функціонування всього комплексу та його складників, а також вимог до пристроїв керування, каналів зв'язку та допоміжного обладнання.

Визначено, що в алгоритмічному розробленні технологічних комплексів актуальним є забезпечення дотримання вимог до їхньої надійності. У роботі розроблено функціональну схему організації управління технологічним комплексом, завершальним етапом процесу проектування технологічного комплексу є його технічна реалізація. Цей етап включає, зокрема, розроблення або вибір промислових роботів, пристроїв їх керування, технологічного обладнання, транспортних шляхів і видів транспорту, каналів зв'язку, засобів захисту інформації на основі вимог, визначених на попередніх етапах проектування. За результатами роботизації технологічних комплексів у виробництві, що діє, встановлено, що завдання комплексної автоматизації наявного виробництва мають суттєві особливості, які ускладнюють їх вирішення, порівняно зі створенням нових технологічних комплексів. Для вирішення завдання керування всіма комплексами принципове значення має вантажопідйомність промислових роботів та іншого робототехнічного обладнання, оскільки вона в основному визначає їхні розміри, отже, можливість розміщення на робочих місцях замість вивільнюваних працівників. Встановлено, що поруч із промисловими роботами для зазначених вище цілей можливе широке застосування збалансованих маніпуляторів із ручним керуванням, які дозволяють суттєво полегшити умови праці, підвищити продуктивність праці, тим самим зменшити чисельність працівників.

Ключові слова: мехатроніка, системи керування, машини, технологічні комплекси, робототехніка, експлуатація машин, проектування.

Holotyiuk Mykola, Nalobina Olena, Holotyiuk Viktoriya. Modeling of the mechatronic control system of the technological complex

This paper describes the study of the peculiarities of mechatronics along with the creation of tools for robotics that involves the creation of technical systems and complexes based on the usage of these tools. The main area of application is industry and, primarily, machine building and appliances production. In the research the analysis and the classification of technological complexes with the usage of robots are developed. The analysis of the composition of the algorithmic stage of development was carried out in order to find out the algorithms for the operation of the whole complex and its parts, requirements for control devices, communication channels and supplementary equipment. It is determined that in algorithmic development of technological complexes the important issue is to provide requirements for their reliability. In the work the functional scheme of organization

of management of the technological complex is developed, the final stage of the design process of the technological complex is its technical implementation. This stage includes, in particular, the development or selection of industrial robots, their control devices, technological equipment, transport routes and modes of transportation, communication channels, information security devices based on requirements defined in the previous stages of designing. According to the results of the robotizing of technological complexes in the existing production has been established that the tasks of complex automation and rotation of existing production have significant features that make it difficult to solve in comparison with the creation of new technological complexes. When solving the task of controlling all complexes, the loading carrying capacity of industrial robots and other robotics equipment is of principal importance, since it mainly determines their size, and hence the possibility of placement in the workplace instead of released workers. It has been established that along with industrial robots for the mentioned above purposes the its wide usage is found in balanced manipulators with manual control, their application allows to substantially facilitate labour conditions, increase productivity, thereby, reducing the number of workers.

Key words: mechatronics, control systems, machines, technological complexes, robotics, machine operation, design.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Нині практично будь-яка виробнича компанія може модернізувати своє виробництво. Звичайний промисловий робот-маніпулятор базується на просторових механізмах, які мають багато ступенів свободи.

Промислові роботи використовуються для роботи в небезпечних або недоступних для людей середовищах. Окрім того, маніпулятори використовуються як допоміжні пристрої у промисловому виробництві та медичній практиці, наприклад під час створення протезів. Одним із найпопулярніших маніпуляторів у наш час є механічна «рука» [1].

Щоб спроектувати простий маніпулятор, необхідно попередньо вирішити безліч завдань, як-от вибір точного співвідношення корисних і холостих ходів, забезпечення маневреності, стійкості в повсякденному функціонуванні. Не варто забувати про те, що може знадобитися проектування робота для спеціальних систем. У такому разі його оператору необхідно відчувати зусилля, що створюється на вантажозахопленні або робочому органі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження застосування мехатронних систем у машинобудуванні та роботизації технологічних процесів опрацьовані в роботах таких авторів, як П.Н. Белянін, Є.П. Попов, В.Д. Циганков, інших. Питання, пов'язані з формуванням і розвитком робототехніки, а також її визначення та застосування, розглянуті в дослідженнях В.Л. Афоніна, В.Л. Конюха [2; 3].

У працях Т.В. Попока, С.В. Шанигіна, В.М. Ніколайчука, І.А. Каляєва, Л.С. Ямпільського, В.В. Мацкевича розглядаються сучасні можливості застосування роботів, які мають фундаментальне значення для даного дослідження [4; 5].

Мехатроніка, окрім створення засобів робототехніки, має завдання розробляти технічні

системи та комплекси, що базуються на цих засобах. Головним напрямом їх використання залишається промисловість, особливо машинобудування.

Результати дослідження. Промислові роботи поділяються на технологічні, що виконують основні операції, і допоміжні, які забезпечують обслуговування основного устаткування. Технологічні комплекси з такими роботами вважаються роботизованими. Засоби робототехніки в машинобудуванні класифікують за такими ознаками, як:

- характер технологічного процесу;
- вид виробничого підрозділу;
- зміна виробництва, пов'язана з використанням промислових роботів;
- кількість виконуваних технологічних операцій;
- тип і кількість використовуваного устаткування;
- тип і кількість використовуваних роботів;
- серійність і асортимент продукції;
- компонування комплексу;
- принцип управління комплексом.

Процес створення технологічних комплексів може бути розділений на три основні етапи: технологічний, алгоритмічний і технічний. Перший етап включає аналіз технологічного процесу, що допомагає визначити структуру комплексу. На рисунку 1 показана типова структура цього етапу.

Аналіз технологічного процесу є одним із ключових етапів, від якого значною мірою залежить ефективність розроблювального комплексу. Оскільки цей етап включає порівняння великої кількості можливих варіантів розміщення устаткування, транспортних маршрутів тощо, важливим інструментом його виконання є комп'ютеризація.

На алгоритмічному етапі розроблення визначаються алгоритми функціонування всього комплексу та його складових частин, вимоги до

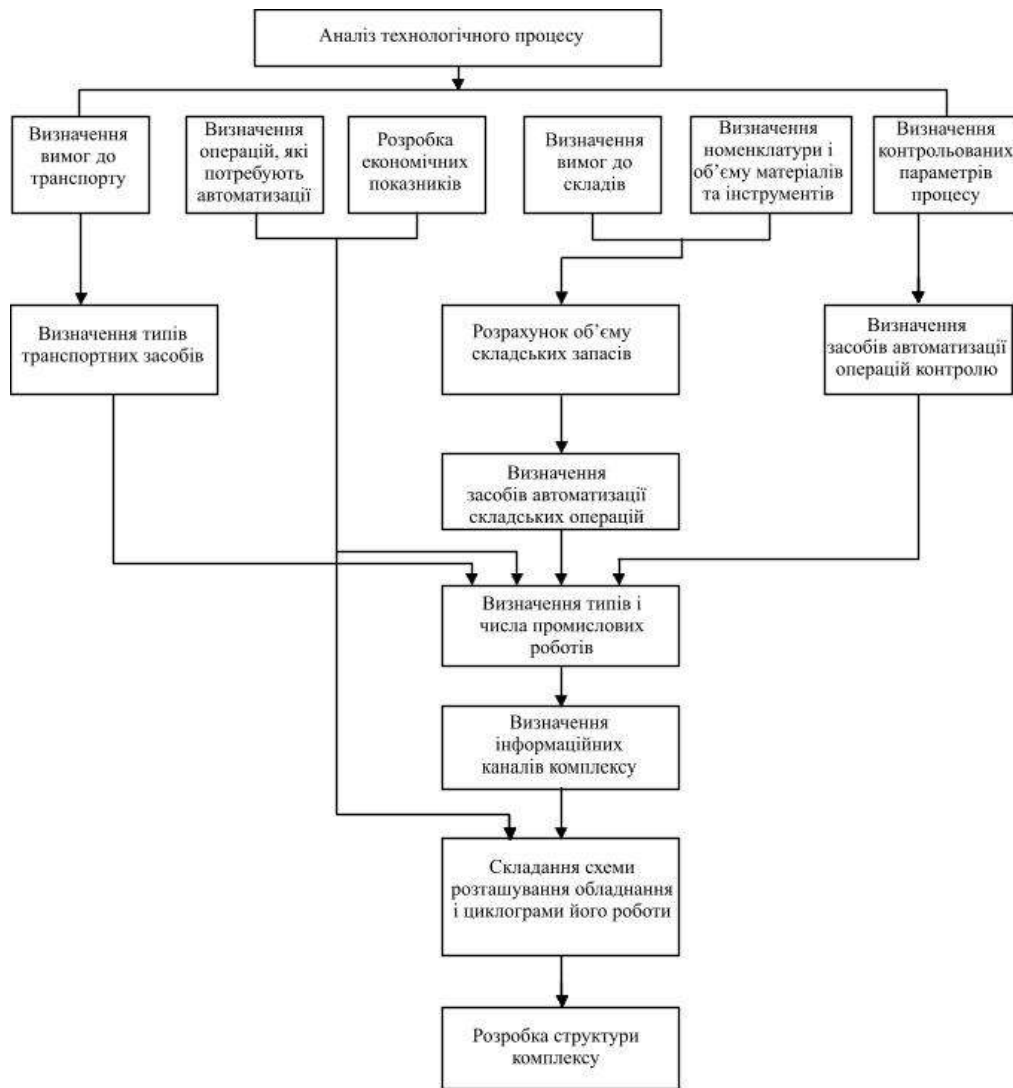


Рис. 1. Структура технологічного етапу проєктування технологічного комплексу

пристроїв керування, каналів зв'язку та допоміжного устаткування. Функціонально алгоритмічний етап можна представити так, як показано на рисунку 2. На цьому етапі також відбувається узгодження з автоматизованою системою керування підприємством.

Під час алгоритмічного проєктування комплексу необхідно враховувати такі вимоги:

- найбільш повне та раціональне використання виробничих фондів;
- можливість коректування банку даних у процесі виконання виробничої програми;
- поетапність уведення технологічного комплексу та його частин.

В алгоритмічному розробленні технологічних комплексів важливим аспектом є забезпечення дотримання вимог до їхньої надійності. Вихід з ладу будь-якого компонента чи пристрою не має призводити до зупинки всього виробничого

процесу. Частково для усунення короточасних відмов устаткування можуть служити міжопераційні розробки, але для належного вирішення проблеми надійності на етапі алгоритмічного проєктування необхідно розробляти алгоритми автоматичної діагностики й оперативного усунення несправностей.

Істотною частиною цього етапу є створення бази даних, що містить усю інформацію про типи та характеристики устаткування, пристроїв керування, каналів зв'язку тощо. Вона повинна постійно коригуватися та розширюватися із включенням наявних рішень з окремих елементів комплексу й окремих технологічних операцій. База даних має включатися в буфер оперативного керування, через який здійснюється обмін даними з автоматизованою системою управління підприємством, де заносяться параметри перебігу виробничого процесу.

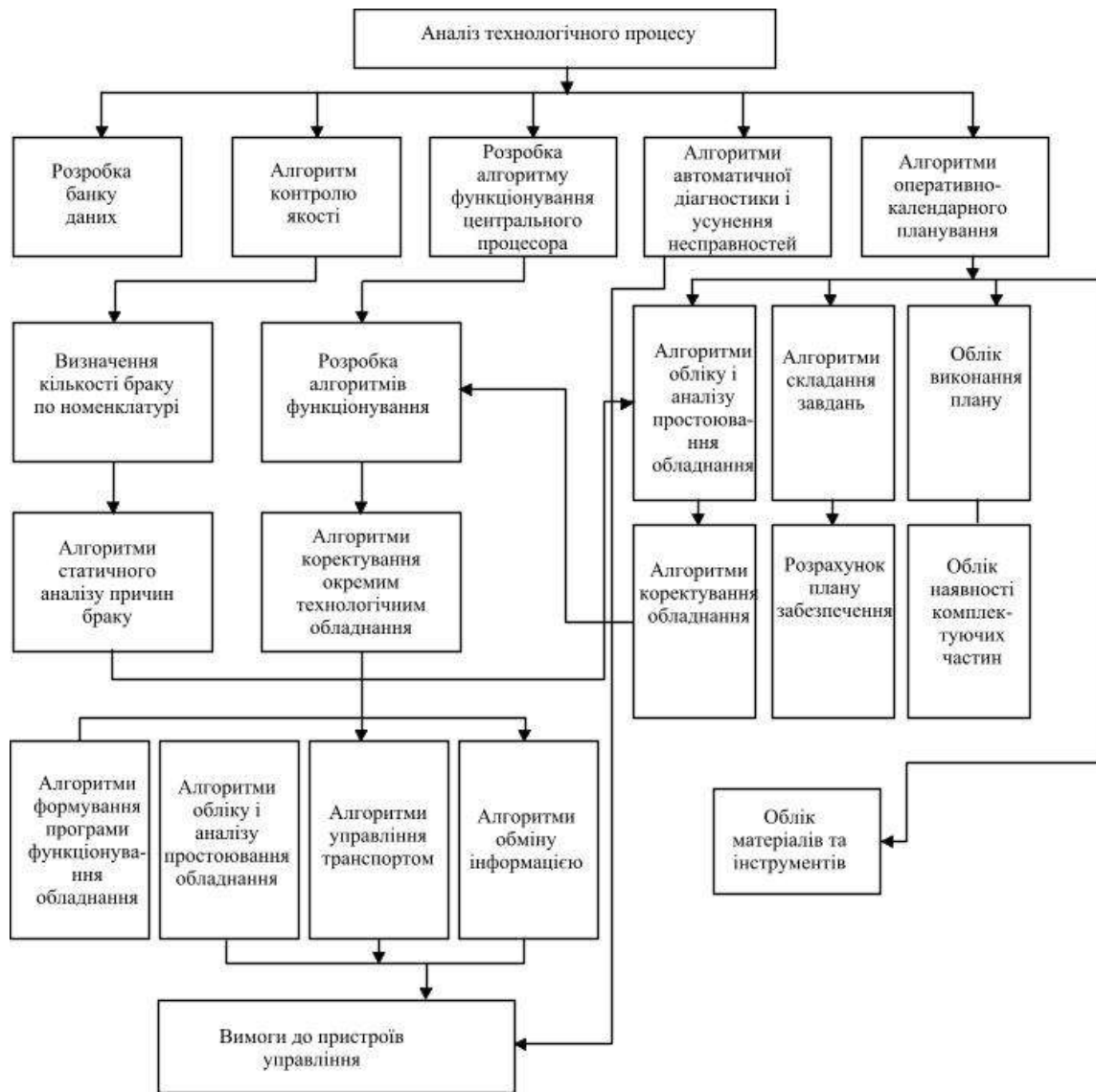


Рис. 2. Структура алгоритмічного етапу проектування технологічного комплексу

На рисунку 3 наведена типова функціональна схема організації керування технологічним комплексом.

Останнім етапом у процесі проектування технологічного комплексу є його технічна реалізація. Цей етап включає розроблення або вибір промислових роботів, їх пристроїв керування, технологічного обладнання, транспортних шляхів і способів транспортування, каналів зв'язку, пристроїв інформаційного забезпечення на основі вимог, визначених на попередніх етапах проектування.

Роботизація технологічних комплексів у діючих виробництвах має свої особливості, які ускладнюють її реалізацію порівняно зі створенням нових комплексів. У разі модернізації виробництва потрібно враховувати обмеження, пов'язані з тим, що технологічне устаткування не завжди адаптоване для застосування

засобів робототехніки. Це може потребувати проведення робіт без значної зупинки виробництва.

На цьому етапі також важливо врахувати можливість застосування промислових роботів і маніпуляторів, що поставляються в комплекті з основним устаткуванням, а також забезпечити сполучення систем керування всіх складових частин комплексу.

У розв'язанні цього завдання для діючого виробництва необхідно враховувати обмеження, зумовлені тим, що часто йдеться про модернізацію технологічного устаткування, яке не було спеціально адаптоване для використання засобів робототехніки. Водночас часто не можна допустити тривалої зупинки виробництва.

Основними труднощами під час розв'язку цього завдання є:

3. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навчальний посібник / Т.П. Павленко та ін. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. 116 с.

4. Л.І. Цвіркун, Г. Грулер Робототехніка та мехатроніка : навчальний посібник / за заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. 3-тє вид., переробл. і доповн. Дніпро : НГУ, 2017. 224 с.

5. Орловський Б.В. Мехатроніка в галузевому машинобудуванні : навчальний посібник. Київ : КНУТД, 2018. 416 с.

REFERENCES:

1. Elperin, I.V., Pupena, O.M., Sidletskyi, V.M., Shved, S.M. (2021). Avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv [Automation of production processes], Lira-K, 378 s. [in Ukrainian].

2. Pelevin, L.I., Pochka, K.I., Harkavenko, O.M. ta in. (2016). Syntez robototekhnichnykh system v mashynobuduvanni [Synthesis of robotic systems in mechanical engineering]. K.: Interservis, 258 s. [in Ukrainian].

3. Pavlenko, T.P., Shavkun, V.M., Kozlova, O.S., Lukashova, N.P. (2019). Suchasni elektromekhatronni kompleksi i systemy: navch. posibnyk [Modern electromechatronic complexes and systems: study guide]. Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O.M. Beketova. Kharkiv : KhNUMH im. O.M. Beketova. 116 s. [in Ukrainian].

4. Tsvirkun, L.I., Hruler, H. (2017). Robototekhnika ta mekhatronika: navch. posib. [Robotics and mechatronics: a study guide] / za zah. red. L.I. Tsvirkuna ; M-vo osvity i nauky Ukrainy, Nats. hirn. un-t. 3-tie vyd., pererobl. i dopovn. Dnipro: NHU. 224 s. [in Ukrainian].

5. Orlovskiy, B.V. (2018). Mekhatronika v haluzevomu mashynobuduvanni: navchalnyi posibnyk [Mechatronics in industrial mechanical engineering: a study guide]. K.: KNUVD. 416 s. [in Ukrainian].