

УДК 621.865.8-047.84(045)

Проектування роботів-маніпуляторів особливого призначення

Литвин О.В.; Паньков С.Б.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація: розвиток робототехніки в останні роки дав початок великій кількості нових роботизованих пристроїв. Так, виникає необхідність у вирішенні задачі проектування нових, більш адаптованих і універсальних роботизованих механізмів, пов'язаних з концептуальним проектуванням складних конструктивних елементів. Основним завданням на початку проектування та розробки нових прототипів роботизованих механізмів є конкретизація параметрів майбутнього робота, відповідно, до сфери та умов його застосування. Особливу увагу потрібно звертати при проектуванні роботів-маніпуляторів особливого призначення, які використовуються при екстремальних умовах. Так, на стадії проектування роботизованих пристроїв необхідно звертати як на спеціалізовані особливості відповідно сфері застосування, так і на загальні вимоги до них. Проектування та подальше конструювання роботизованих пристроїв повинне здійснюватися на підставі синтезу та аналізу за критерієм «ефективність-якість-вартість» з врахуванням специфіки використання та можливого його адаптування до умов експлуатації.

Ключові слова: проектування; робототехніка; робот-маніпулятор; системне проектування; конструювання; сервісна робототехніка.

Бурхливий розвиток робототехніки в останні роки дав початок великій кількості нових роботизованих пристроїв, які застосовуються у різних галузях діяльності людини. Розроблення таких технологічних пристроїв потребує використання та синергетичного поєднання всього потенціалу сучасних наукових досягнень у напрямках інформаційних технологій (ІТ), робототехніки, мехатроніки, нанотехнологій, промислового машинобудування тощо [1].

На даний час все складніше знайти сферу, яка б не зазнала роботизації. Так, виникає необхідність у вирішенні задачі проектування нових, більш адаптованих і універсальних роботизованих механізмів, пов'язаних з концептуальним проектуванням складних конструктивних елементів, які вимагають аналізу та оцінювання великої кількості можливих альтернатив. Планування та розробка роботів-маніпуляторів, як і будь-якого іншого продукту/технічного об'єкту (ТО), є поетапним процесом (рис.1) з типовими завданнями, методами та інструментами для кожної стадії проектування (рис.2).



Рис.1. Етапи створення робота-маніпулятора

Створення продукту включає в себе всі етапи від первісної ідеї/потреби до специфікації, яка охоплює всю інформацію про основні/спеціалізовані характеристики, продуктивність, очікувану вартість, кількість, прогнозованому часу і вартості розробки.

Рішення задачі починається з її осмислення та формування технічного завдання - першого і обов'язкового етапу проектування. У машинобудуванні цей етап іноді називають зовнішнім проектуванням. Цим підкреслюють, що розробка технічного об'єкта (ТО) вже починається з постановки задачі (технічних вимог) і формування технічного завдання (ТЗ). Важливим результатом етапу є узгодження цілей розробки і призначення проектного об'єкта (його функцій), системи показників якості тощо [2].

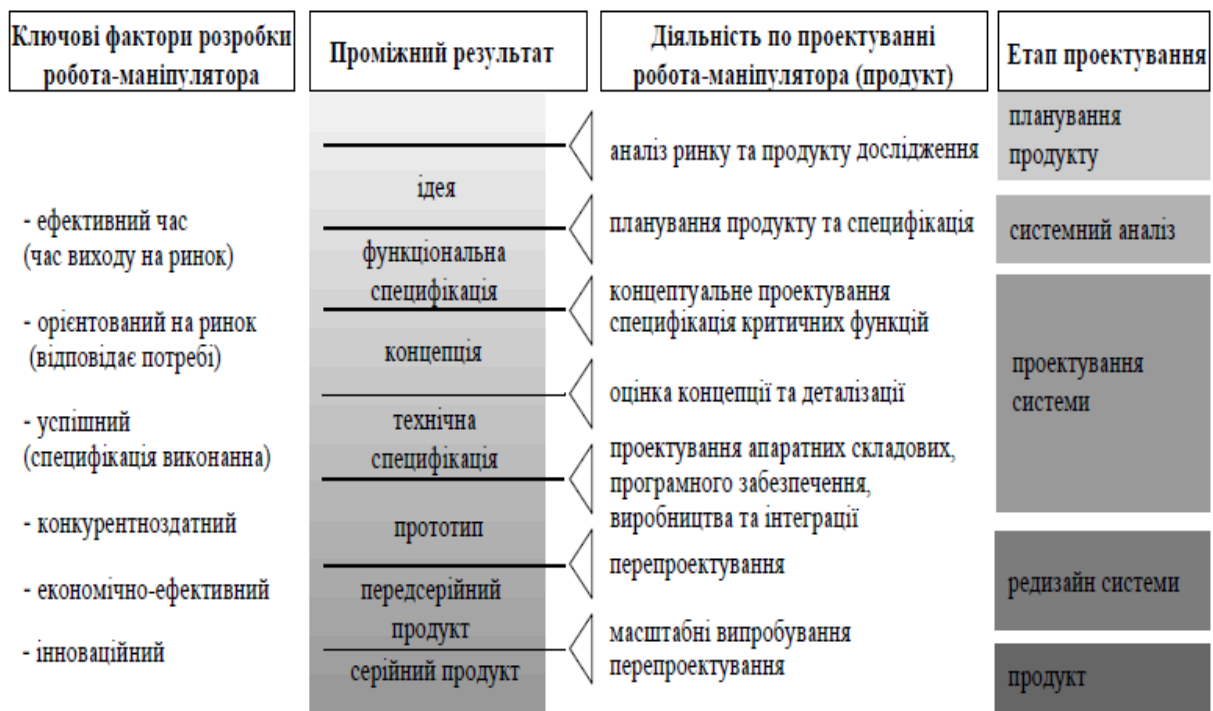


Рис.2. Процес проектування робота-маніпулятора

Основним завданням на початку проектування та розробки нових прототипів роботизованих механізмів є конкретизація параметрів майбутнього робота, відповідно, до сфери та умов його застосування. Специфіка використання, умови експлуатації та функціональне призначення робота визначають його конструктивні особливості, ступінь складності системи управління, масогабаритні характеристики, різноманітність периферійного обладнання тощо. Тому, наступні стадії утворюють внутрішнє проектування та націлені на пошук рішення задачі розробником. Сюди входять етапи синтезу принципу дії, структури і параметрів проектного об'єкта (рис.3).

Особливу увагу потрібно звертати при проектуванні роботів-маніпуляторів особливого призначення, які використовуються при екстремальних умовах. Оскільки екстремальні середовища, з їх недетермінованими умовами роботи та різноманітністю операцій, зумовлюють проведення інтенсивних дій по створенню та вдосконаленню маніпуляційних пристроїв, керованих людиною-оператором [3].

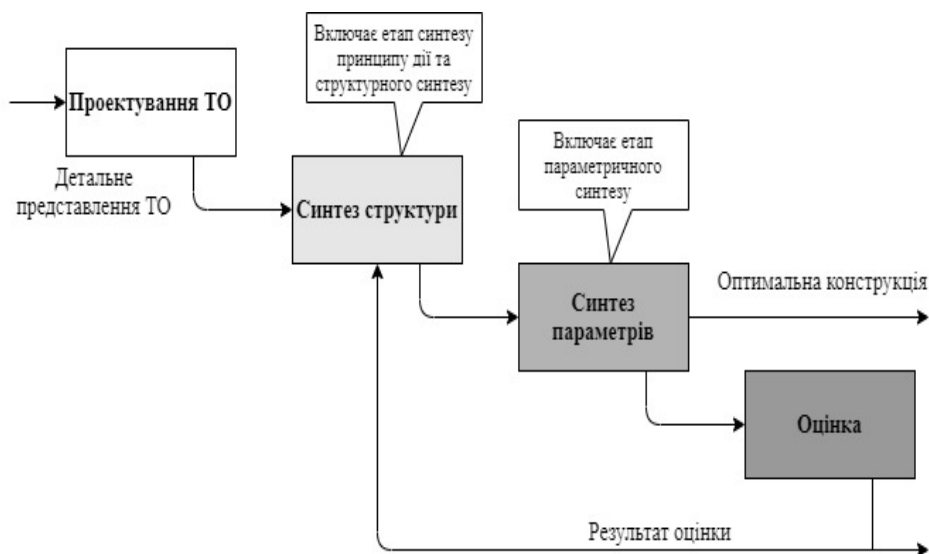


Рис.3. Функціональна схема процесу внутрішнього проектування

Так, на стадії проектування роботизованих пристроїв необхідно звертати як на спеціалізовані особливості відповідно сфері застосування, так і на загальні вимоги:

- до системи пересування: стійкість до переміщення у важкопрохідній місцевості, висока маневреність, рухливість і прохідність;

- до системи керування: мініатюризація компонентів, можливість самостійного відновлення зв'язку внаслідок її втрати, здатність вільно орієнтуватися в просторі, здатність приймати самостійно рішення;

- до системи маніпулювання: вантажопідйомність, точність позиціонування відповідно до передбачуваного функціонування, швидко переналагоджувана, адаптивна та широкодіапазонна система маніпулювання об'єктами;

- загального характеру: конструкційні особливості повинні вирішувати покладені на нього функції, надійність та гнучкість для роботи в детермінованому/недетермінованому середовищі, мобільність для швидкого розгортання при виконанні екстрених завдань, конструкція робота повинна забезпечувати його витривалість та пристосування до шкідливих середовищ.

Наступні етапи системного аналізу і проектування включають функціональну специфікацію робота, концептуальну конструкцію і деталізацію апаратного та програмного забезпечення, а також повну документацію всієї інформації, що відноситься, безпосередньо, до виробництва, складання, експлуатації та технічного обслуговування робота. Етап проектування закінчується експериментальною перевіркою прототипу робота. Етап перебудови системи охоплює всі дії, спрямовані на поліпшення системи робота на основі виявлених недоліків, якості, продуктивності і потенційних витрат, створення модифікацій і запланованих різновидів варіантів продукту.

Методики, які супроводжують процес системного проектування реалізують принципи системного аналізу, які спрямовані на формалізацію процесу дослідження системи, процесу постановки і розв'язання задачі. На рис.4 показана загальна інженерна модель етапу проектування відповідно до методу системного проектування [4]. Системний аналіз та конструювання складаються з двох методів і трьох моделей. Він підтримує інженера як при функціональному аналізі, так і при проектуванні роботизованої системи.

Роботизовані пристрої є досить складними механізмами, які складаються з багатьох функціональних складових вузлів, які забезпечують типову дію робота. Так, при побудові

роботизованих механізмів рекомендується використовувати модульний підхід, який полягає в тому, щоб використовувати конструкційно-закінчені, уніфіковані або стандартні конструктивні складові.

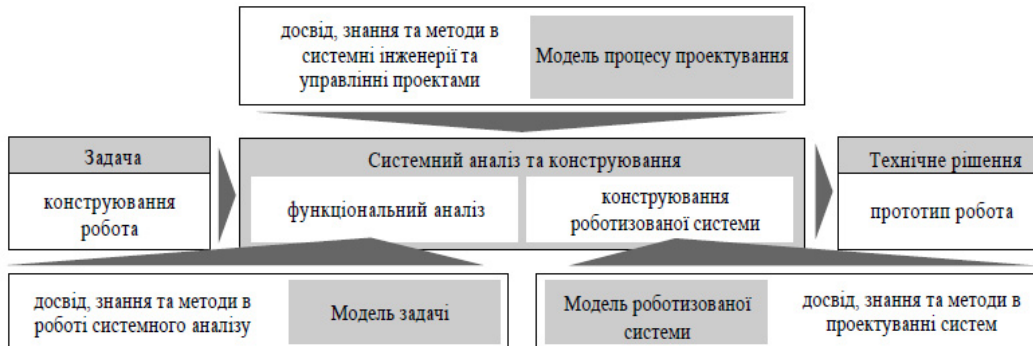


Рис.4. Загальний метод системного проектування для розробки робота-маніпулятора

Модульний підхід при проектуванні робота-маніпулятора (рис.5) дозволить істотно скоротити цикл «синтез-конструювання-виготовлення», оскільки для створення будуть використовуватися самостійні функціональні вузли. Перевагою цього є зручність та гнучкість, як при створенні так і вдосконаленні існуючих роботів, оскільки конструктивні елементи розглядаються як самостійні підсистеми із підтримкою функціональних зав’язків до головного модуля системи [5]. Це дозволить спростити подальшу діагностику та ремонт робота в процесі експлуатації та реалізацію по перепрофілюванню робота за рахунок зміни лише функціональних підсистем.



Рис.5. Модульний підхід проектування робота-маніпулятора

Проектування та подальше конструювання роботів повинне здійснюватися на підставі синтезу та аналізу за критерієм «ефективність-якість-вартість» з врахуванням специфіки використання та можливого його адаптування до умов експлуатації.

Метою подальших досліджень є синтез конструктивних елементів роботизованого маніпулятора особливого призначення. Саме прогрес в синтезі захватних та маніпуляційних елементів роботизованого маніпулятора дозволить вдосконалити такі роботомеханічні системи та пристосувати до виконання робіт в недоступних або небезпечних умовах для здоров'я людини.

Список літератури

1. Литвин О. В., Ящук І. Р., Паньков С. Б. Аналіз передумов застосування нейронних мереж при синтезі конструкцій в машинобудуванні. *Наукові нотатки*. 2018. №. 64. С. 92-98.
2. Ящук І. Р., Паньков С. Б. Оптимизация процесса синтеза новых технических решений в машиностроении. – 2019.
3. Литвин О., Паньков С. Роботизовані маніпулятори особливого призначення. *Технічні науки та технології*. 2020. №. 1(19). С. 88-95.
4. Warnecke, H. J., Schraft, R. D., Hagele, M., Barth, O., & Schmierer, G. (1999). Manipulator design. *Handbook of industrial robotics, 1*, 43.
5. Reddy Vemula, B. (2020). *Evaluation of Industrial Robot Mechanical Systems for Applications that Require Human-Robot Collaboration* (Doctoral dissertation, Mälardalen University).

Design of robotic manipulators Special Purpose

Olexander Litvin; Serhii Pankov

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

Abstract: *the development of robotics in recent years has given rise to a large number of new robotic devices. Thus, there is a need to solve the problem of designing new, more adapted and universal robotic mechanisms associated with the conceptual design of complex structural elements. The main task at the beginning of the design and development of new prototypes of robotic mechanisms is to specify the parameters of the future robot, respectively, to the scope and conditions of its application. Particular attention should be paid when designing special-purpose manipulator robots used in extreme conditions. Thus, at the design stage of robotic devices it is necessary to pay attention to both specialized features in accordance with the scope, and the general requirements for them. The design and further design of robotic devices should be based on synthesis and analysis on the criterion of "efficiency-quality-cost" taking into account the specifics of use and its possible adaptation to operating conditions.*

Keywords: *engineering; robotics; robot manipulator; system engineering; designing; service robotics.*