

УДК 681.5

А.І. Бронніков, О.М. Цимбал, А.М. Сінотін

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

МЕХАТРОНІКА У ОСВІТНЬОМУ ТА ЗАГАЛЬНОНАУКОВОМУ КОНТЕКСТІ

Розглядаються загальні поняття мехатронних систем та основні модулі вивчення даної спеціальності у вищих навчальних закладах в контексті сучасної інженерної науки.

Ключові слова: мехатроніка, моделювання, робототехніка, механіка.

Вступ

Хоча мехатроніка не є новою наукою, у освітніх колах до сих під точаться суперечки, стосовно її місця у інженерній галузі, стосовно складових її освітнього вмісту.

На сьогодні у спеціальній літературі існує думка, що поява мехатроніки є природним результатом еволюційного процесу сучасної інженерної науки. Розвиток комп'ютерів, а опісля і мікрокомп'ютерів, вбудованих систем, програмних та апаратних технологій, які пов'язані з ними, зробив мехатроніку однією з пріоритетних галузей кінця ХХ і початку ХХІ століття.

В очікуванні інтегрованих біоелектромеханічних систем, квантових комп'ютерів, нано- і піко-систем, інших ще непередбачуваних розробок, майбутнє мехатроніки є сповненим потенціалу і неочікуваних можливостей.

Для проектування мехатронних систем вирішальне значення має взаємодія для реалізації функцій в механічній та електронній частини. У порівнянні з чистими механічними реалізаціями використання підсилювачів і виконавчих механізмів з електричної допоміжної енергією призвело до значних спрощень в пристроях. Подальше значне спрощення в механіці було пов'язано з впровадженням мікрокомп'ютерів в зв'язку з децентралізованими електроприводами, що можна побачити на електронних друкарських машинах, швацьких машинах, багатовісних системах обробки і автоматичних механізмах.

1. Поняття мехатроніки та її складових

Класичне визначення мехатроніки з'явилося ще у 1969 році і виходить з комбінування «меха» - механізму і «троніка» - з електроніки. Таким чином мехатроніка означає зростаюче впровадження електроніки у механічні системи у максимально органічно близький спосіб, коли незалежне існування окремих частин є практично неможливим і втрачає сенс [1].

Більш пізніше визначення 1996 року називає мехатронікою синергетичне поєднання механічної інженерії, електроніки та інтелектуальних системам

керування у розробці та виробництві промислових виробів та процесів [2].

Інше визначення вказує на мехатронну систему як не тільки поєднання електричної та механічної систем з системою керування, а як повну інтеграцію усіх цих компонентів [1].

З практичної інженерної точки зору мехатроніка не є чимось новим. Багато інженерних проектів останніх 25 років інтегрує механічні, електричні та комп'ютерні системи навіть без чіткого слідування вищенаведеним визначенням. Тому стає очевидним, що вивчення мехатроніки має забезпечує механізм, за допомогою якого студенти, зацікавлені у розумінні та поясненні інженерного процесу проектування, задля визначення, класифікації, організації та інтеграції багатьох аспектів об'єкта у єдиний виріб. Оскільки історичне розділення між механічною, електричною, аерокосмічною, хімічною, цивільною та комп'ютерною інженерією стає менш чітко вираженим, мехатроніка стає засобом поєднання цих доволі різних галузей науки і техніки.

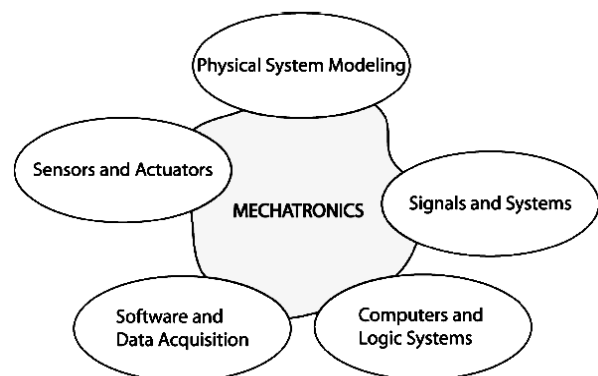


Рис. 1. Складові частини мехатроніки [2]

Має розумітися, що мехатроніка є не тільки звичайною структурою дослідження науковцями, вона є способом реалізації сучасної інженерної практики. Розвиткові мехатроніки суттєво сприяла поява мікропроцесорів на початку 80-х років, зріст кількості нових проектів на перехресті традиційних дисциплін інженерії, комп'ютерних та природних наук. На сьогодні технологічний прогрес забезпечу-

ється зростом рівня бездротових комунікацій, розробкою інтелектуальних датчиків на основі MEMS-технологій, вбудованих систем різного типу.

Мехатроніка з освітньої точки зору має бути дорожньою картою інженерних студентів. Вона є галуззю, що модифікується у своєму розвитку.

Основними категоріями мехатроніки були такі чотири класи:

Клас I. У першу чергу для поліпшення функціональності використовуються механічні вироби з електронікою. Як приклади можна привести верстати з числовим програмним управлінням і приводи зі змінною швидкістю у виробництві верстатів.

Клас II. Традиційні механічні системи зі значним оновленням внутрішніх пристроїв, що включають електроніку. Зовнішні інтерфейси не змінюються. Приклади включають сучасну швейну машину і автоматизовані виробничі системи.

Клас III. Системи, які зберігають функціональність традиційної механічної системи, але внутрішні механізми замінюються електронікою. Прикладом можуть служити цифровий годинник.

Клас IV. Вироби, розроблені з використанням механічних та електронних технологій, завдяки синергетичній інтеграції. Приклади включають фотокопіюють апарати, інтелектуальні пральні машини і сушарки, рисоварки і автоматичні печі.

Технології забезпечення для кожного класу виробів мехатроніки ілюструють просування електромеханічних продуктів в напрямку розвитку теорії управління, обчислювальних технологій і мікропроцесорів. Продукти класу I були задіяні в сервотехнологіях, силовій електроніці та теорії управління. Продукти класу II були доступні завдяки наявності ранніх обчислювальних і запам'ятовуючих пристроїв і можливостей для користувача схем. Продукти класу III в значній мірі залежали від мікропроцесора та інтегральних схем для заміни механічних систем. Нарешті, продукти класу IV стали початком справжніх мехатронних систем, завдяки інтеграції механічних систем і електроніки. Тільки в 1970-ті роки з розвитком мікропроцесора Intel Corporation стало практичним впровадження обчислювальних систем з механічними системами.

2. Вивчення мехатронних систем у вищих навчальних закладах

Вивчення мехатронних систем в університеті може бути розділено на ряд спеціальних модулів: моделювання фізичних систем; сенсори та актюатори; сигнали та системи; комп'ютери та логічні системи; програмне забезпечення, обробка та отримання даних [3].

У свою чергу модуль моделювання фізичних систем включатиме: механіку твердого тіла; трансляційні та обертальні системи; гідравлічні системи;

електричні системи; термічні системи; мікро- і наносистеми; розробку аналогів фізичних систем.

Модуль дослідження сенсорів міститиме: лінійні та обертальні сенсори; акселерометри; сенсори сили, крутного моменту та тиску; датчики потоку; датчики температури; датчики відстані; детектори світла, зображень, системи технічного зору; волоконно-оптичні прилади; мікро- та нано-сенсори.

Серед актюаторів вивчаються: електромеханічні актюатори; двигуни постійного та змінного струму, шагові двигуни; п'єзоелектричні актюатори; пневматичні та гідравлічні актюатори; мікро- та наноактюатори.

У модулі «Сигнали та системи» вивчатимуться: моделювання мехатронних вузлів; сигнали та системи в мехатроніці; моделювання динамічних систем; методи годографа; методи частотного відклику; методи змінних стану; стійкість, керованість, спостережуваність систем; спостереження динамічних систем та фільтри Калмана; розробка методів динамічного керування; розробка систем адаптивного і нелінійного керування; нейронні та нечіткі системи; інтелектуальне керування для мехатроніки; ідентифікація та оптимізація проектів.

У модулі «Комп'ютери та логічні системи»: цифрова логіка; комунікаційні системи; виявлення несправностей; розробка логічних систем; синхронні та асинхронні системи; архітектура комп'ютерів та мікропроцесорів; системні інтерфейси; програмовані логічні контролери; вбудовані системи керування.

У модулі «Програмне забезпечення та системи отримання даних»: перетворювачі та вимірювальні системи; цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі; підсилювачі та перетворювачі сигналів; інструментальні системи на базі комп'ютерів; розробка програмного забезпечення; запис даних.

Таким чином мехатроніка може розглядатися як природний крок у еволюційному процесі розвитку сучасної інженерної науки.

Для частини дослідників вона не є чимось новим, для інших – має значення в тому числі і в філософському аспекті підходу. Мехатроніку слід розглядати скоріше у еволюційному ніж революційному аспекті [3].

Мехатроніка є синергетичним (тобто самоутворюваним) об'єднанням механічних електричних та комп'ютерних систем. Мехатроніка характеризується проникненням у суміжні галузі: моделювання фізичних систем, сенсори та актюатори, сигнали та процеси, комп'ютери та логічні системи, програмне забезпечення та обробка даних.

В подальшому мехатронні системи все більше підпитуватимуться за рахунок суміжних галузей, як і більш традиційні галузі – за рахунок мехатроніки. Наприклад, розробка мікропроцесора мала суттєвий

вплив на перебудову механічних систем і розробку мехатронних систем.

3. Функції мехатронних систем

У розробці мехатронних систем важливою є взаємодія функцій механічної та електронної частин. Якщо порівнювати з чисто механічними реалізаціями, мехатронні системи широко використовують підсилювачі та актюатори з додатковою електричною енергією, які суттєво спрощують прилади і це видно на прикладах електричних друкарських машинок та камер. Наступний етап спрощення прийшовся на впровадження мікрокомп'ютерів у зв'язки окремих електричних приводів і причинив появу електронних друкарських та швацьких машин, багатоосних верстатів, автоматичних коробок швидкостей.

Розробка конструкцій зі зменшеною вагою призвела до еластичних систем, слабко затухаючих з-за властивостей матеріалу. Електронне затухання, обумовлене позицією, швидкістю або датчиками вібрації та електронними зворотніми зв'язками може бути реалізованим у додатковій перевазі регульованого демпфування на основі алгоритмів. Прикладами є еластичні передачі у машинах з демпфуючими алгоритмами електроніки двигунів, еластичних роботах, гідравлічних системах, великі крани, конструкції космічних об'єктів.

Додавання замкненого циклу керування позицією, швидкістю або сили забезпечує не тільки точне відслідковування контрольних змінних, але і також до майже лінійних властивостей, хоча механічна система має не лінійності. Зменшення лінеаризації механічної частини призводить до зменшення конструкційних та виробничих витрат. Прикладами є прості механічні пневматичні та електромеханічні актюатори та клапани з електронним керуванням.

За допомогою генерації вільних програмованих опорних змінних можна покращити нелінійні механічні системи. Це вже знаходить застосування у керуванні характеристик педалей керування автомобілем, телекеруванні машинами та літаками, гідравлічних екскаваторах, гідро підсилювачах керма [3].

Зростаюча кількість датчиків, актюаторів, перемикачів та пристроїв керування, збільшення кількості кабелів підвищують значення надійності, вартості, ваги та розміру компонентів. Таким чином для конструктора критичними стають розробка адекватних систем шин, роз'ємів, реконфігурованих електронних систем.

Висновки та перспективи досліджень

В недалекому майбутньому прогрес забезпечуватиметься зростанням використання дешевих мікропроцесорів та мікроконтролерів, розробкою сенсорів та актюаторів на основі використання MEMS, адаптивних методів керування та програмування реального часу, мережних та бездротових технологій, технологій САПР для удосконалення систем, віртуального прототипування та тестування. Все це прискорить розробку smart-виробів [2, 3].

Інтернет є технологією, яка у поєднанні з бездротовими технологіями призведе до появи нових мехатронних продуктів. Зокрема серед них в наш час уже є посудомийні машини, пилососи, мікрохвильові та бездротові мережні прилади. В галузі «машин, дружніх до людини» в найближчий час ми можемо очікувати виконання хірургічних операцій за допомогою роботів, вбудовані сенсори та актюатори. Іншими областями, що містимуть зиск від розвитку мехатроніки будуть робототехніка, виробництво, космічні технології та транспорт. Майбутнє мехатроніки у світі є відкритим для всіх.

Список літератури

1. Исии Т., Симояма И., Иноуе Х. Мехатроника - М: Мир, 1988 – 318 с.
2. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
3. Bishop, Robert H. What is mechatronics [Текст] / H. Robert Bishop, M.K. Ramasubramanian // The Mechatronics Handbook. – CRC Press, 2012. 1229 p.

Надійшла до редколегії 9.02.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.Ф. Кривуля, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

МЕХАТРОНИКА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ И ОБЩЕНАУЧНОМ КОНТЕКСТЕ

А.И. Бронников, А.М. Цымбал, А.М. Синотин

Рассматриваются общие понятия мехатронных систем и основные модули изучения данной специальности в высших учебных заведениях в контексте современной инженерной науки.

Ключевые слова: мехатроника, моделирование, робототехника, механика.

MECHATRONICS IN EDUCATION AND GENERAL SCIENTIFIC CONTEXT

A.I. Bronnikov, A.M. Tsymbal, A.M. Sinotin

The general concepts of mechatronic systems and the main modules for studying this specialty in higher education institutions are considered in the context of modern engineering science.

Keywords: mechatronics, simulation, robotics, mechanics.