

## СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

Хвитько Е.А. Степанов В.Ю. Казакевич В.А.  
*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,  
evgeni.hvitko@bntu.by, vladimir.stepanov@bntu.by, vkazakevich@bntu.by*

Мехатроника – это область науки и техники, посвящённая созданию и эксплуатации машин и систем с компьютерным управлением движением, которая базируется на знаниях в области механики, электроники и микропроцессорной техники, информатики и компьютерного управления движением машин и агрегатов [1].

Формирование мехатроники можно рассматривать как продолжение процесса, который привёл в последующем к появлению электромеханики, как науки, сочетающей механику и электротехнику. Развитие микроэлектроники и микропроцессорной техники создало условия для нового качественного скачка в функциональных возможностях технических систем, связанных с движением механических устройств.

Рассмотрим применение мехатроники в двух основных сферах деятельности: научной и повседневной.

Во-первых, в научной деятельности.

Весьма широкое распространение нашло такое направление, как математическое моделирование, которое является важнейшим этапом процедуры проектирования самих мехатронных систем.

Существует ряд особенностей математических моделей мехатронных устройств. Под особенностями следует понимать объекты для исследования и проектирования которых используются математические модели, отражающие взаимное влияние протекающих в объекте процессов различной физической природы (механических, электрических, информационных и др.) [2, 4].

В состав мехатронных систем входит:

1. Механическое устройство, конечное звено – рабочий орган.
2. Блок приводов, который включает силовые преобразователи и исполнительные двигатели.
3. Устройство компьютерного управления (человек-оператор, либо другая ЭВМ, входящая в компьютерную сеть).
4. Сенсоры, предназначенные для передачи в устройство управления информации о состоянии блоков устройства и движении мехатронных систем.

Электромеханическая часть включает механические передачи и звенья, рабочий орган, электродвигатели, сенсоры. Механическое устройство предназначено для преобразования движений звеньев в движение рабочего органа.

Электронная часть состоит из микроэлектронных устройств, силовых преобразователей и электроники измерительных цепей. Сенсоры предназначены для сбора данных о состоянии внешней среды и объектов, механического устройства и блока приводов с последующей обработкой и передачей этой информации в устройство компьютерного управления.

Устройство компьютерного управления выполняет различные функции управления.

В целом моделирование механических систем и устройств осуществляется на основе законов кинематики, физики и механики [3].

Что касается современного поколения мехатронных систем, предназначенных для выполнения функциональных задач. Они отличаются рядом характерных особенностей. К ним относятся: нелинейность кинематической структуры, выполнение движений по криволинейным траекториям в пространстве и сложные законы перемещения во времени, функционирование в изменяющихся и неопределенных внешних средах.

Проблематика построения математических моделей мехатронных машин определяется следующими основными положениями:

1. В мехатронных системах наиболее распространены универсальные механизмы, которые обеспечивают управляемое перемещение по шести степеням подвижности. Однако все чаще находят применение кинематические структуры с избыточностью для выполнения операций в средах с препятствиями.

2. Многосвязность системы означает, что движение любого звена кинематически и динамически влияет на движение всех звеньев в системе. Данное взаимовлияние происходит через механическое устройство, объект работ и источник энергии.

3. Нелинейность координатного базиса. Переменность параметров в нелинейных уравнениях может приводить к потере управляемости системой в особых (сингулярных) конфигурациях. С точки зрения пользователя, наибольшую проблему представляют трансформации движений рабочего органа из обобщенной системы координат в декартовую систему. Задача управления устройством состоит в исполнении желаемого движения рабочего органа, который целенаправленно действует на объект, испытывая со стороны внешней среды возмущающее воздействие.

4. Мехатронные машины с нелинейным координатным базисом отличаются неоднородностью характеристик (кинематических, скоростных, динамических, упругих) в рабочей зоне. Например, желаемая скорость рабочего органа может быть достигнута только в ограниченной области рабочего пространства. Если объект работ расположен вне этой области, то устройство не может выполнить заданную операцию. Различие свойств может также проявляться в разных направлениях (анизотропия).

5. Программа движения мехатронных систем предусматривает выполнение функциональных движений машиной в пространстве и во времени. Необходимо рассчитать и оптимизировать траектории движения всех звеньев в обобщенных координатах и рабочего органа – в декартовом пространстве. Для выполнения программы движения во времени должны быть определены и реализованы желаемые скорости, ускорения и развиваемые усилия для всех исполнительных приводов системы.

Описанные выше особенности мехатронных устройств обуславливают сложность построения их адекватных и при этом наглядных и удобных для синтеза управления математических моделей.

Многие современные системы являются мехатронными или используют элементы мехатроники, поэтому постепенно мехатроника становится «наукой обо всем». Мехатроника применяется во многих отраслях и направлениях, например: робототехника, автомобильная, авиационная и космическая техника, медицинское и спортивное оборудование, бытовая техника, экзоскелеты.

К числу актуальных требований к мехатронным модулям и системам нового поколения также следует отнести: выполнение качественно новых служебных и функциональных задач; интеллектуальное поведение в изменяющихся и неопределенных внешних средах на основе новых методов управления сложными системами; сверхвысокие скорости для достижения нового уровня производительности технологических комплексов; высокоточные движения с

целью реализации новых технологий, вплоть до микро- и нанотехнологий; компактность и миниатюризация конструкций на основе применения микромашин и др.

Построение мехатронных модулей и систем основывается на принципах параллельного проектирования, исключения многоступенчатых преобразований энергии и информации, конструктивного объединения механических узлов с цифровыми электронными блоками и управляющими контроллерами в единые модули.

Ключевым принципом проектирования является переход от сложных механических устройств к комбинированным решениям, основанным на тесном взаимодействии более простых механических элементов с электронными, компьютерными, информационными и интеллектуальными компонентами и технологиями. Компьютерные и интеллектуальные устройства придают мехатронной системе гибкость, поскольку их легко перепрограммировать под новую задачу. Важно отметить, что за последние годы цена таких устройств постоянно снижается при одновременном расширении их функциональных возможностей.

И второе, применение мехатронных систем в повседневной жизни.

Мехатронными являются такие системы и модули (вошедшие как в профессиональную деятельность, так и в повседневную жизнь современного человека) как: из автомобилестроения (автоматические коробки передач, антиблокировочные устройства тормозов, приводные модули «мотор-колесо», системы автоматической парковки); промышленной и сервисной робототехники (мобильные, медицинские, домашние и другие роботы); периферийных устройств компьютеров и офисной техники: принтеры, сканеры, CD-дисководы, копировальные и факсимильные аппараты; а также производственное, технологическое и измерительное оборудование; домашняя бытовая техника: стиральные, швейные, посудомоечные машины и автономные пылесосы; медицинские системы (например, оборудование для робото-ассистированной хирургии, коляски и протезы для инвалидов) и спортивные тренажеры; авиационная, космическая и военная техника; микросистемы для медицины и биотехнологии; лифтовое и складское оборудование, автоматические двери в отелях аэропортах, вагонах метро и поездов; транспортные устройства (электромобили, электровелосипеды, инвалидные коляски); фото- и видеотехника (проигрыватели видеодисков, устройства фокусировки видеокамер); движущиеся устройства для шоу-индустрии [5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. ru.wikipedia.org – Электронный ресурс. Метод доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0> Дата доступа: 13.11.2019.
2. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 127 с.
3. Мусалимов В.М., Г.Б. Заморуев, И.И. Калапышина, А.Д. Перечесова, К.А. Нуждин. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics): учебное пособие для высших учебных заведений. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 114 с.
4. Норенков И.П., Трудоношнн В.А., Федорук В.Г. Математическое моделирование объектов мехатроники./ Электронный журнал Наука и образование №3 Март 2005 <http://technomag.edu.ru/doc/51158.html>
5. Большая российская энциклопедия. Мехатроника – Электронный ресурс. Метод доступа: [https://bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/4138417](https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4138417) Дата доступа: 14.11.2019.