УДК 62-83:007.52

Ю.М. Осипов

К вопросу о развитии понятия «мехатроника»

Анализируется понятие «мехатроника» и предлагается его классификация по признакам «приводные устройства», «кинематическая мультикоординатная комбинаторика» и «интеллектуальное управление» в связи с созданием теории мультикоординатных систем движения с интеллектуальным управлением на основе линейных и дуговых электромехатронных модулей для технологических комплексов формирования и обработки поверхностей изделий пространственной формы.

Ключевые слова: мехатроника, электромехатроника, приводные устройства, кинематическая мультикоординатная комбинаторика, интеллектуальное управление.

Введение. Актуальность развития понятия «мехатроника».

Термин «мехатроника», согласно японским источникам, был введен фирмой Yaskawa Electric в 1969 г. и зарегистрирован как торговая марка в 1972 г. Это название получено комбинацией слов «МЕХАника» и «элекТРОНИКА» и было коммерческим актом, осуществленным для получения приоритетов в конкуренции фирм за рынки сбыта.

Начиная с 80-х годов термин «мехатроника» все чаще применяется как название машин различной физической природы с компьютерным управлением движением, отличающихся специальными разнородными техническими связями. Содержание термина «мехатроника» развивается, совершенствуется и специализируется в зависимости от конкретных применений [1–6].

В книге «Мехатроника» японских авторов Т. Исии, М. Накадзима, Х. Иноуэ, М. Хиросэ и И. Симояма 1988 г. выпуска утверждается: «...Современные представления о мехатронике еще далеки от идеальных. Можно ожидать, что уже четвертое и пятое поколения специалистов начнут всесторонне вскрывать те резервы, которые скрыты в недрах мехатроники...», «...Наряду с глубоким удовлетворением от того, что мехатроника в своем развитии испытывает скачок и быстро набирает силу, необходимо задуматься над современным состоянием мехатроники и чего следует ожидать, когда, возможно, после первого десятилетия XXI в. произойдут и второй, и третий скачки...», «... в настоящее время образовался комплекс из трех новых технологий, которые должны получить дальнейшее развитие в будущем (электроника, новые материалы и биотехнологии)...» [1].

В настоящее время и в ближайшем будущем бурное развитие нанотехнологий вторгается в мехатронику и определяет пути развития наномехатроники, расширяющего понятие «мехатроника» – нового понятия в связи с прогрессом науки и техники. Системы движения в наномехатронике организованы на уровне молекул, групп и отдельных атомов, возникают условия для инновационного развития экономики [7].

Кроме того, в настоящее время существуют актуальные проблемы развития науки и техники, обусловленные необходимостью технологической модернизации российской промышленности, например в технологических комплексах формирования и обработки поверхностей изделий сложной пространственной формы, один из путей которого – создание их на основе мультикоординатных систем движения с интеллектуальным управлением [8].

Вышеизложенное позволяет отметить, что развитие мехатроники продолжается и в новых прорывных направлениях науки и техники, и в «старых» областях, в которых требуется высокое качество исследований и производство новых видов изделий. Оно обусловлено развитием микроэлектроники и компьютерных технологий, созданием новых электротехнических материалов. Вот уже 15–20 лет на стыке электромеханики, электроники и компьютерных технологий выделяется область мехатроники, названная исследователями «электромехатроника» (или «электромеханотроника»), обеспечивающая исследование и разработку интеллектуальных (самоуправляемых, самодиагностируемых и защищаемых от внешних воздействий), а также мультикоординатных устройств преобразования электрической и механической энергии [9–17].

В связи с этим актуальность и необходимость развития и уточнения понятия «мехатроника» для конкретных исследований и производства новых изделий в соответствии с Перечнем критических технологий, например, по признакам «приводные устройства», «кинематическая мультикоординатная комбинаторика» и «интеллектуальное управление», очевидны.

Развитие механической парадигмы мехатроники по признаку «приводные устройства»

Известна компонента классической мехатроники – «механика», определяющая механическую парадигму ее развития и содержащая компоненты: электромеханические, гидравлические, пневматические, пьезострикционные, пружинные и другие приводные устройства, конструкционные элементы точной механики и др. Очевидно, что многообразие разнородных и специальных технических элементов компоненты «механика» в термине «мехатроника» естественно разделяет профессиональные исследования в научно-техничес-ких организациях, академических и отраслевых НИИ, вузах, в зависимости от их специализации и материально-технической базы, на отдельные направления. Классификация чрезвычайно широкой области «мехатроника» на более конкретные и узкие направления по определенным признакам применения специализирует и улучшает качество исследований. Например, классификация мехатроники по различным типам приводных устройств и их компонентов, так как различные типы приводов отличаются физической природой и конструктивными особенностями, статическими и динамическими характеристи-ками функционирования, системами управления и т.п.

Исследователи, разрабатывающие теорию и методологию мультикоординатных систем движения на основе линейных и дуговых электромехатронных модулей [13–26], с целью установления и углубления границ ниши этих специализированных исследований, предлагают классификацию понятия «мехатроника», представленную несколькими уровнями, позволяющую закрепить и расширить понятие второго уровня «электромехатроника», существующее ранее, и дать понятие третьего уровня «элементы электромехатроники» для мультикоординатных систем движения с интеллектуальным управлением. Третий уровень по составу и качеству элементов находится всегда в постоянном развитии, обусловленном появлением новых электронных компонентов, конструкционных материалов и материалов электротехники, совершенствованием компьютерных технологий.

На рис. 1 представлена графическая иллюстрация развития понятия «мехатроника», включающая:

1-й уровень – содержащий понятие «мехатроника», состоящее из компонентов механики, электротехники, электроники и компьютерных компонентов;

2-й уровень – содержащий понятие «мехатроника» по типам приводных элементов: электромеханический, гидравлический, пневматический, пьезострикционный, пружинный и др.;

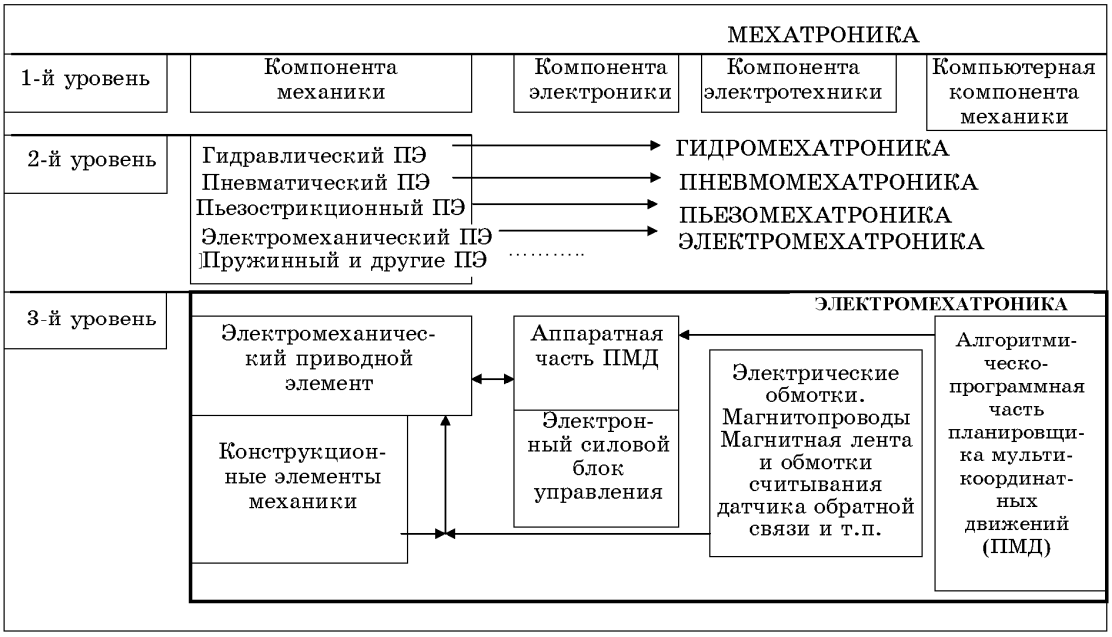


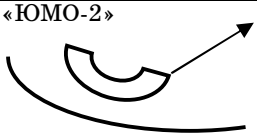
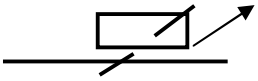
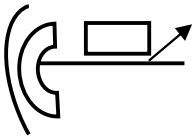
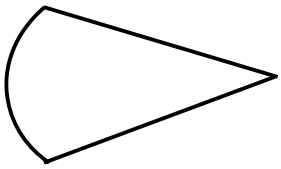
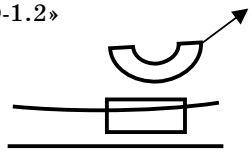
Рис. 1. Графическая иллюстрация понятия «электромехатроника»

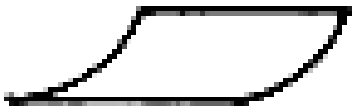
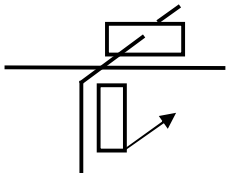
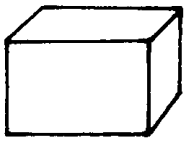
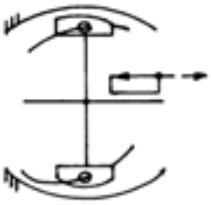
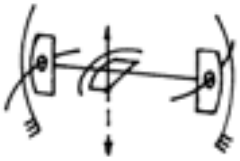
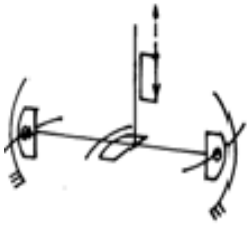
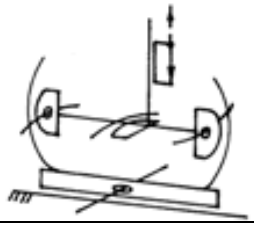
3-й уровень – содержащий синергетическую интеграцию компонентов: механики (конструктивных элементов и т.п.); электротехники (электрические обмотки, магнитопроводы из электротехнической стали и с постоянными магнитами, магнитная лента и обмотки считывания датчика обратной связи, устройства сенсорики и т.п.); электроники (аппаратная часть планировщика мультикоординатных движений (ПМД), электронного силового блока управления и т.п.); компьютерной компоненты (алгоритмическо-програм-

мная часть ПМД, выполненная на методах с применением пространства конфигураций, нейротехнологий и т.п.).

В 1997 г. в работе [13] была предложена классификация операционных автоматов на основе линейных и дуговых электроприводов прямого действия (далее линейных и дуговых электромехатронных модулей движения – ЛЭМД и ДЭМД) по признаку «число степеней подвижности». В настоящей статье приводится классификация МЭМСД по признаку «кинематическая мультикоординатная комбинаторика». Это уточнение признака классификации отражает не только количество степеней подвижности, но и возможность комбинаций кинематических движений при синергетической интеграции. На основе однокоординатных ЛЭМД и ДЭМД возможно построение (компоновка) мультикоординатных электромехатронных систем движения (МЭМСД) для линейных и сложных криволинейных перемещений рабочего органа. Для классификации МЭМСД важно учесть их потребительские свойства. К ним, кроме точности и повторяемости движений, быстродействия и грузоподъемности, относятся также свойства, зависящие от числа степеней подвижности МЭМСД и его конструктивных особенностей: рабочее пространство и производительность. Рабочее пространство МЭМСД организуется различной комбинацией степеней подвижности рабочего органа в прямоугольной, цилиндрической угловой и сферической системах координат. В таблице представлена классификация МЭМСД по признаку «кинематическая мультикоординатная комбинаторика».

Классификация МЭМСД по признаку «кинематическая мультикоординатная комбинаторика»

Наименование ЛЭМД и ДЭМД	Технические характеристики	
	Число степеней подвижности	Конфигурация рабочего пространства
1	2	3
1. ЛЭМД «ЮМО-1»	1	
2. ДЭМД «ЮМО-2» 	1	
3. Плоскостной двухкоординатный ЛЭМД «ЮМО-1.1» 	2	
4. Сферический двухкоординатный ДЭМД «ЮМО-2.2»	2	
5. Плоскостной двухкоординатный Д-Л-ЭМД «ЮМО-2.1 	2	
6. Плоскостной двухкоординатный «ЮМО-1.2» 	2	

1	2	3
7. Объемный двухкоординатный «ЮМО-1-2»	2	
8. Объемный линейный трехкоординатный «ЮМО-1-1-1» 	3	
9. Сферический объемный «ЮМО-2-2.1» 	3	
10. Сферический объемный «ЮМО-2-2.2» 	3	
11. Сферический объемный «ЮМО-2-2.2-1» 	4	
12. Сферический объемный «ЮМО-1.1-2-2.2-1» 	6	

Развитие компьютерной парадигмы мехатроники по признаку «интеллектуальное управление»

Известна «компьютерная компонента» мехатроники, присущая всем современным автоматизированным устройствам и т.п., касающаяся адаптивного и интеллектуального управления устройствами мехатроники, использующая традиционные методы алгоритмизации рабочего пространства [4, 5, 11, 14]. Исследования и разработки МЭМСД вносят

определенную специфику в возможности интеллектуального управления. Это создание аппаратно-программных устройств (АПУ) ПМД, определяющих оптимальные пути движения звеньев МЭМСД на основе методов пространства конфигураций и т.п. Эти методы возможно применить и для интеллектуального управления другими типами приводных устройств, но исследования показали, что наибольший синергетический эффект мы получаем применяя его в электромехатронике, благодаря наличию «электронного редуктора», отличной электрической сочетаемости электроники АПУ ПМД и электронного силового блока управления электродвигателями, например, в построении обратных связей не только для оптимальной отработки движения, но и для возможностей самоуправления и самодиагностирования выработанной АПУ ПМД параметров [16, 21, 22]. На рис. 2 представлена классификация по признаку «интеллектуальное управление» для МЭМСД, с возможностями самоуправления, самодиагностирования и защиты от внешних воздействий.

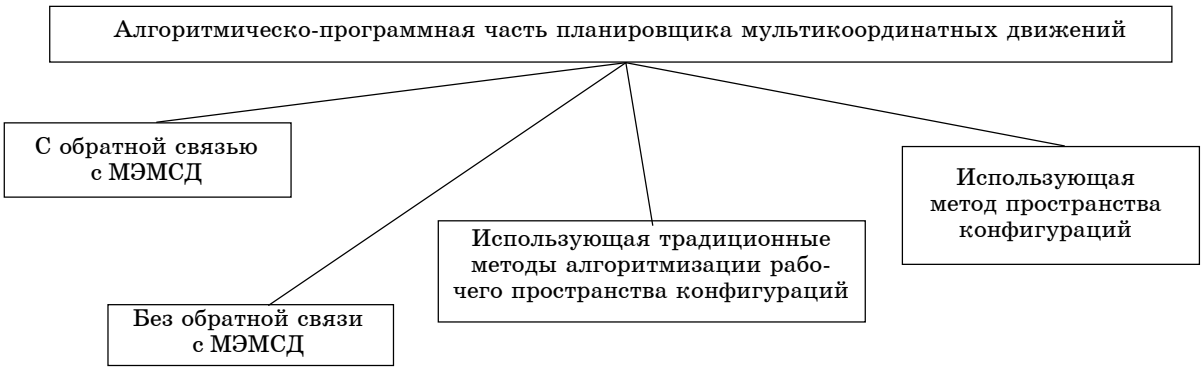


Рис. 2. Классификация МЭМСД по признаку «интеллектуальное управление»

Заключение

1. Материалы статьи, анализ мирового и российского опыта позволяют уточнять понятия первого уровня «мехатроника» по признаку «приводные устройства» и развивать понятие второго уровня «электромехатроника» для исследований и разработок мультикоординатных электромехатронных систем движения по критериям «кинематическая мультикоординатная комбинаторика» и «интеллектуальное управление» и т.п.

2. Дана классификация понятия «мехатроника, отнесенная к первому уровню, по признаку «приводные устройства» и классификация понятия второго уровня «электромехатроника» для исследований и разработок мультикоординатных электромехатронных систем движения по признакам «кинематическая мультикоординатная комбинаторика» и «интеллектуальное управление».

Литература

1. Мехатроника: пер. с яп. / Т. Исии, И. Симояма, Х. Иноуэ и др. – М.: Мир, 1988. – 318 с.

2. ГОС ВПО. Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 071800 «Мехатроника». – М., 1995. – 21 с.

3. Егоров О.Д. Мехатронные модули. Расчет и конструирование: учеб. пособие / О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев. – М.: МГТУ «Станкин», 2004. – 360 с.

4. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение. – М.: Машиностроение, 2007. – 256 с.

5. Горитов А.Н. Моделирование адаптивных мехатронных систем / А.Н. Горитов, А.М. Кориков. – Томск: В-Спектр, 2007. – 292 с.

6. ФГОС ВПО. Направление подготовки 221000 «Мехатроника и робототехника». – М., 2009. – 23 с.

7. Теряев Е.Д. Наномехатроника: состояние, проблемы, перспективы / Е.Д. Теряев, Н.Б. Филимонов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2010. – № 1. – С. 2–14.

8. Перечень критических технологий РФ: Пр-842 от 21 мая 2006 года. / Утверждено Президентом России.

9. Коськин Ю.П. Электромеханотроника: учебное пособие. – Л.: ЛЭТИ, 1989. – 57 С.

10. Северин В.М. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Электронные устройства электромеханотроники» / В.М. Северин, С.Д. Шаевский. – С.-Пб.: ГЭТУ (ЛЭТИ), 1997. – 22 с.

11. Коськин Ю.П. Проблемы и перспективы современного развития электромехатроники / Ю.П. Коськин, В.Д. Путов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2000. – № 5. – С. 5–9.

12. Коськин Ю.П. Развитие электромеханики в теории и технологиях электромехатроники // Изв. вузов. Электромеханика / Южно-Рос. гос. техн. ун-т (Новочеркасский политех. ин-т). – 2008. – С. 11–20.

13. Осипов Ю.М. Операционные автоматы с электроприводом прямо-прямого действия. – Томск: ИПФ ТПУ, 1997. – 200 с.

14. Основы мехатроники / Ю.М. Осипов, П.К. Васенин, Д.А. Медведев С.В. Негодяев. – Томск: Изд-во ТУСУРа, 2007. – 203 с.

15. Осипов Ю.М. Дуговой электромехатронный модуль движения / Ю.М. Осипов, П.К. Васенин, Д.А. Медведев // Доклады ТУСУРа. – 2008. – № 1(17). – С. 58–62.

16. Управление многокоординатной манипулятор-платформой при обработке поверхностей сложной формы / Ю.М. Осипов, П.К. Васенин, С.В. Негодяев, С.В. Щербинин // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – № 7. – С. 43–47.

17. Осипов Ю.М. Линейный и дуговой электромехатронные модули движения – функциональные элементы мехатронных систем // Мехатроника, автоматизация, управление: матер. междунар. науч.-техн. конф. – Таганрог: Изд-во ТТи ЮФУ, 2009. – С. 258–260.

18. Создание лазерных технологических комплексов по критерию цена/качество / Ю.М. Осипов, С.В. Щербинин, О.Ю. Осипов, Д.А. Медведев // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – № 12. – С. 41–43.

19. Инновационные технологии управления. Электромехатроника: сборник трудов Отделения кафедры ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии» / под ред. проф. Ю.М. Осипова. – Томск: Изд-во ТУСУРА, 2009. – Вып. 1 – 142 с.

20. Медведев Д.А. Многокоординатный манипулятор на основе линейных и дуговых электромехатронных модулей движения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05. – Томск: ТУСУР, 2009. – 23 с.

21. Негодяев С.В. Планирование траекторий многокоординатного манипулятора // Докл. Том. госу. Ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2009. – № 2(20). – С. 122–126.

22. Негодяев С.В. Аппаратно-программный комплекс построения траектории движения многокоординатного манипулятора: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05. – Томск: ТУСУР, 2010. – 22 с.

23. Патент 2 353 044 РФ, МПК H02K15/00. Способ согласования электромагнитных систем и систем с постоянными магнитами / Ю.М. Осипов (РФ). – № 2 005 104 032 / 11; заявл. 16.02.2005; опубл. 20.04.2009. – Бюл. № 11. – 1 с.

24. Патент 2361567 РФ, МПКA61H 1/00. Электромеханический тренажер / Ю.М. Осипов (РФ), Н.Ю. Изоткина (РФ), П.К. Васенин (РФ), Д.А. Медведев (РФ), П.В. Негодяев (РФ). – № 2 005 120 898 / 14; заявл. 04.07.2005; опубл. 20.07.2009. – Бюл. № 20. – 8 с.

25. Патент 2 365 488 РФ, МПК B25J 9/08. Манипулятор-платформа / Ю.М. Осипов (РФ). – № 2 005 104 030 / 02; заявл. 16.02.2005; опубл. 27.08.2009. – Бюл. № 24. – 2 с.

26. Патент 2 365 888 РФ, МПК G01M 1/16. Устройство для контроля параметров неуравновешенности подвижной системы / Ю.М. Осипов (РФ). – № 2 005 104 031 / 28; заявл. 16.02.2005; опубл. 27.08.2009. – Бюл. № 24. – 2 с.

Осипов Юрий Мирзоевич
Д-р.техн. наук, д-р экон. наук, профессор, действительный член Академии навигации и управления движением, зав. Отд. каф. ЮНЕСКО «Новые материалы и технологии» ТУСУРа
Тел.: (3822) 41-38-64
Эл. почта: umo@main.tusur.ru

Osipov Ju.M.
To the question on the development of «mechatronics» concept

The concept «mechatronics» is analyzed and its classification by signs «actuating units», «kinematic multicoordinate combination theory» and «intellectual management» is offered due to the theory of multicoordinate systems of movement with intellectual management on the basis of linear and arc elektromekhatronnics modules for technological complexes of formation and processing of surfaces of products of the spatial form.
Keywords: mechatronics, elektromechatronics, actuating units, kinematic multicoordinate combination theory, intellectual management.