

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. ОКЮ

_____ Ю.М.. Осипов

« ___ » _____ 2014 г.

**СХЕМОКОНСТРУКТОРСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
МУЛЬТИКООРДИНАТНЫХ СИСТЕМ ДВИЖЕНИЯ**

Методические указания к выполнению практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Схемоконструкторское проектирование мультикоординатных систем движения» для магистрантов по направлению: 221000.68 «Мехатроника и робототехника» по магистерской программе «Компьютерное моделирование электромехатронных систем движения»

Томск 2014

УДК 621.396.6.671.7

Схемоконструкторское проектирование мультикоординатных систем движения: Методические указания к проведению практических и самостоятельных занятий по дисциплине "Твердотельное конечно-элементное моделирование компонентов электромехатронных систем движения" по магистерской программе «Компьютерное моделирование электромехатронных систем движения». - Томск: Изд-во ТУ СУР, 2014. - 20 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром отделения кафедры ЮНЕСКО «31» августа 2014 г.

Составитель к.т.н. доц.

Щербинин С.В.

Рецензент доктор технических наук, профессор кафедры ЕНО ЮТИ ТПУ

Градобоев А.В.

1. Цель и задачи

Цель – применение схемоконструкторского проектирования в разработке электро-мехатронных мультикоординатных систем движения.

Задачи – изучение способов проектирования отдельных модулей электро-мехатронных систем движения.

2. Автоматизация схемоконструкторского проектирования электро-мехатронных систем движения

2.1. Общие вопросы схемоконструкторского проектирования электро-мехатронных систем движения (МЭСД)

Нетрадиционные компоновки мультикоординатных электро-мехатронных систем движения (МЭСД) [1] обеспечивают высокую технологичность и конкурентоспособность продукции. Они основаны на синергетическом объединении $S(q)$ механических, электротехнических, электронных и компьютерных компонентов q в соответствии с критерием оптимизации «цена-качество» – главным критерием конкурентности высокотехнологичной продукции, который позволяет учесть и экономические требования (цена), и производственно-технические требования (качество продукции). технико-эксплуатационно-экономические характеристики (ТЭЭХ) нового товара описываются функцией $S(q)$ – зависимостью качества МЭСД и его составляющих от стоимости потребления, являющейся суммой затрат на изготовление и эксплуатацию. Функция $S(q)$ может быть описана большим количеством факторов, из которых определяющими является схемоконструкторское исполнение МЭСД и его элементов (индуктор, ротор, рабочий орган, виды опор, электронный блок управления, программное обеспечение и т.п.). Авторский подход к методологии синергетического объединения $S(q)$ компонентов q в нетрадиционные компоновки МЭСД представлен в виде признаков классификации МЭСД «интеллектуальное схемоконструкторское проектирование (ИСП)» и «интеллектуальное управление движением» [9].

Рассмотрим один из основных и первоначальных этапов создания МЭСД – «интеллектуальное схемоконструкторское проектирование». Здесь понятие «интеллектуальное схемоконструкторское проектирование» состоит из нескольких ключевых слов и словосочетаний, сущность понимания авторами, которых требует разъяснения.

1. Термин «интеллектуальное» происходит от классического понятия интеллект – это общая способность к познанию и решению проблем, которая объединяет все познавательные способности индивида: ощущение, восприятие, память, представление, мышление, воображение [10]. Здесь «интеллектуальное» понимается как интеллектуальная активность и ее уровни – не стимулированное извне продолжение мышления. Мерой интеллектуальной активности может служить интеллектуальная инициатива, понимаемая как продолжение мыслительной деятельности за пределами ситуативной заданности, не обусловленной ни практическими нуждами, ни внешней или субъективной отрицательной оценкой работы. Интеллектуальная активность – чисто личностное свойство, единство познавательных и мотивационных факторов.

Можно выделить два уровня действия личности:

1) действия личности на уровне социального индивида, когда деятельность обусловлена поставленной целью и желаемым результатом;

2) действия творческой личности, когда результат всегда шире поставленной цели. В этом случае действие приобретает порождающий характер (порождается новая цель) и все более теряет форму ответа на задачу.

Имеется три качественных уровня интеллектуальной активности.

Первый уровень – стимульно-продуктивный, или пассивный, когда человек при самой добросовестной и энергичной работе остается в рамках заданного или первоначально найденного способа действия.

Второй уровень – эвристический. На этом уровне человек проявляет в той или иной степени интеллектуальную активность, не стимулированную ни внешними фактами, ни субъективной оценкой неудовлетворительности результатов деятельности. Имея достаточно надежный способ решения, человек продолжает анализировать состав и структуру своей деятельности, сопоставляет между собой отдельные задачи, что приводит его к открытию новых, оригинальных, внешне более остроумных способов решения.

Третий, высший уровень интеллектуальной активности – креативный. Здесь обнаруженная субъектом эмпирическая закономерность становится для него не эвристикой, не просто приемом решения, а самостоятельной проблемой, ради изучения которой он готов прекратить предложенную извне деятельность, начав другую, мотивированную уже изнутри.

На стимульно-продуктивном уровне интеллектуальной активности задачи анализируются субъектом во всем многообразии их индивидуальных особенностей, но как частные, без соотнесения с другими задачами. Это тип познания единичного.

При переходе на эвристический уровень происходит сопоставление ряда задач, в результате чего открываются новые закономерности, общие для системы задач. Это уровень познания особенного.

И, наконец, на креативном уровне, на котором подвергаются анализу и доказательству найденные закономерности путем анализа их исходного генетического основания, мысль достигает всеобщего характера.

Стимульно-продуктивный уровень интеллектуальной активности соответствует принятию и продуктивному решению стоящих перед человеком задач. При этом в рамках уже поставленных проблем люди этого типа творчества способны на смелые гипотезы и оригинальные находки.

Эвристический уровень соответствует открытию закономерностей эмпирическим путем. Это уровень эмпирических открытий.

Креативный уровень интеллектуальной активности соответствует теоретическим открытиям. Ученый этого уровня, на основании найденных им или другими фактов и закономерностей, строит теорию, их объясняющую, ставит новую проблему.

2. Термин «схемоконструкторское». Первая часть термина происходит от слова «схема», которое используется не в его узком смысле как графический документ, а в общем как «изложение, изображение, представление чего-либо в самых общих чертах, упрощённо» [11]. Вторая часть термина «конструкторское» означает совокупность свойств изделия, характеризуемая в общем случае составом его частей, назначением, взаимным расположением, формами, размерами и материалами из которых изготовлены составные части и их соединением между собой. Выполняется в виде конструкторской документации – совокупности конструкторских документов, содержащих данные, необходимые в общем случае для разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки и эксплуатации изделия, включая ремонт.

3. Термин «проектирование» – разделение конструкторских работ на творческую, технологическую, организационную, производственную и корректировочную деятельности. Организационная деятельность – планирование работы, подбор и расстановка

кадров. Творческая деятельность – применение метода «мозгового штурма» в поиске новых идей. И т.д.

Итак, понятие «интеллектуальное схемоконструкторское проектирование» многозначно, это разделение конструкторских работ на творческую, технологическую, организационную, производственную и корректировочную деятельности, представляемых:

тремя качественными уровнями интеллектуальной активности и общей способностью к познанию и решению проблем, которая объединяет все познавательные способности индивида: ощущение, восприятие, память, мышление, воображение, упрощённое представление чего-либо в самых общих чертах;

изложением, изображением и представлением совокупности свойств изделия, характеризующих в общем случае составом его частей, назначением, взаимным расположением, формами, размерами и материалами составных частей, и их соединением между собой, в виде совокупности конструкторских документов, содержащих данные, необходимые в общем случае для разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки и эксплуатации изделия, включая ремонт.

Методология создания мультикоординатных электромехатронных систем движения.

В процессе проектирования возникают трудно формализуемые задачи, которые может решить человек, обладающий творческими способностями. Для решения таких задач часто используют САПР с подсистемами для узкоспециализированных задач [10]. Для успешного решения задач проектирования МЭСД предлагается рассмотреть общие характеристики и состав компонентов МЭСД.

В состав электромехатронного модуля движения (ЭМД) – основного компонента МЭСД в общем случае входят следующие компоненты (рис. 5):



Рис. 1. Состав электромехатронного модуля движения

электрический двигатель прямого действия (ЭДПД), включающий электрические обмотки, магнитопроводы из электротехнической стали, постоянные магниты и датчики

обратной связи (оптические, магнитные и т.п.) и синергетически связанный с ним рабочий орган, включающий направляющие вращательного движения (или линейного движения, или преобразователи видов движения), корпусные элементы;

электронно-программное устройство управления, содержащее устройство управления ЭДПД, аппаратную часть планировщика мультикоординатных движений (ПМД), блок питания (силовой преобразователь или устройство управления мощностью двигателя);

сенсоры (датчики скорости, положения, тока и т.п.), аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи и интерфейсы ввода-вывода.

Взаимодействие основных компонентов в МЭСД осуществляется не напрямую, а через соединительные блоки – интерфейсы. Это могут быть устройства различной физической природы (электромеханические, электронные, информационные), имеющие одинаковое функциональное назначение.

В состав МЭСД в общем случае входят следующие компоненты (рис. 6):

устройство управления движением – планировщик мультикоординатных движений, включающее подсистемы: база данных элементов поверхностей, математическая модель обрабатываемой поверхности, геометрическое обеспечение движения рабочего органа (выбор, определение и расчет траекторий обработки поверхности изделия рабочим органом), программа, управляющая движением и т.п.;

электромехатронные модули движения (линейные, вращательные или дуговые) n-координат и конструктивы, синергетически объединяющие ЭМД n-координат.

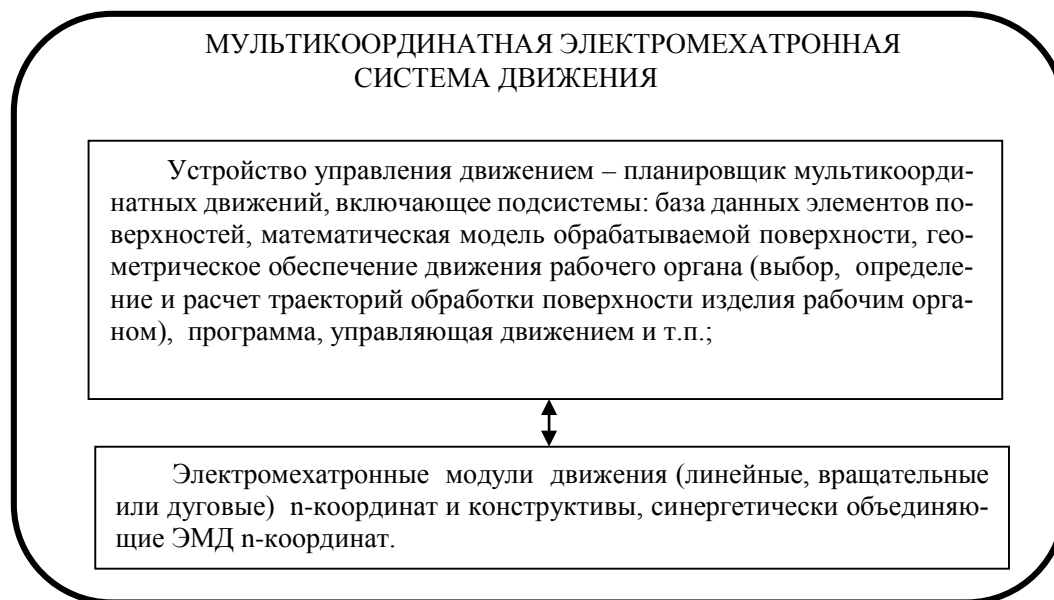


Рис. 2. Состав мультикоординатной электромехатронной системы движения

При интеллектуальном схемоконструкторском проектировании МЭСД используется созданная в результате многолетнего опыта работы база знаний (рис. 7), включающая в себя компьютерные данные подсистем автоматизированного проектирования для решения узкоспециализированных задач электромехатроники, интеллектуально-креативные ресурсы коллектива сотрудников научно-образовательного центра «Электромехатроника и микросистемная техника» Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники [12].

В основе задачи проектирования МЭСД лежит полное решение поставленной функциональной задачи. Путь решения такой задачи может быть представлен в виде

многомерной функции, где помимо трехмерного геометрического представления объекта, необходимо учитывать такие параметры как время, материалы, технологии, критерий «цена-качество» и др.

При выполнении функционально-структурного анализа МЭСД необходимо учитывать имеющуюся базу данных по видам и типоразмерам электромехатронных модулей движения, являющихся базовыми элементами структуры мультикоординатных электромехатронных систем движения. На данном этапе проектирования выполняется выбор одного из вариантов схемоконструкторского решения для МЭСД с требуемыми функциональными параметрами.

Методологической основой разработки ЭМСД служат методы параллельного проектирования. При традиционном проектировании машин с компьютерным управлением проводятся разработка механической, электронной, сенсорной и компьютерной частей системы, а затем выбор интерфейсных блоков. Особенность параллельного проектирования заключается в одновременном и взаимосвязанном синтезе всех компонентов системы.

Проектирование мультикоординатных электромехатронных систем движения является сложной многофакторной задачей выбора и оптимизации принимаемых технических и технологических, организационно-экономических и информационных решений. Взаимодействие основных устройств в мехатронной системе осуществляется не напрямую, а через соединительные блоки. Это могут быть совершенно различные устройства различной физической природы (механические, электронные, информационные), имеющие одинаковое функциональное назначение. Все это предполагает конструктивную и аппаратно-программную сложность процесса проектирования.

В процессе создания МЭСД могут выявиться проблемы, связанные с ограниченными возможностями технологий изготовления отдельных элементов. В таких случаях требуется внести коррективы в конструкцию МЭСД не нарушающие основные критерии его функциональности.

Основной функцией МЭСД является манипулирование обрабатываемыми объектами в трехмерном рабочем пространстве технологического комплекса. Обеспечение оптимальности данной функции является сложной технологической задачей, которая должна учитываться на этапе проектирования МЭСД.

На рис. 8. схематически представлена система планирования траекторий МЭСД. Система планирования траекторий состоит из двух подсистем: подсистемы геометрического обеспечения функционирования МЭСД – четырехкоординатного электромехатронного манипулятора ЮМО-2-2.2-1 [6] и подсистемы моделирования технологической связи МЭСД и инструмента – лазерного технологического комплекса «БЕТА МАРК2000». Подсистема моделирования технологической связи должна обеспечивать технологически обусловленные перемещения звеньев манипулятора ЮМО-2-2.2-1 и двухкоординатной электронной системы перемещений лазерного луча.

Для решения задачи планирования траекторий используют:
базу данных, включающую 3D-модели МЭСД, их имитационные модели;
3D-модели обрабатываемых изделий;
информацию (геометрическую, кинематическую и динамическую) об инструментах, материале заготовки и т.д.

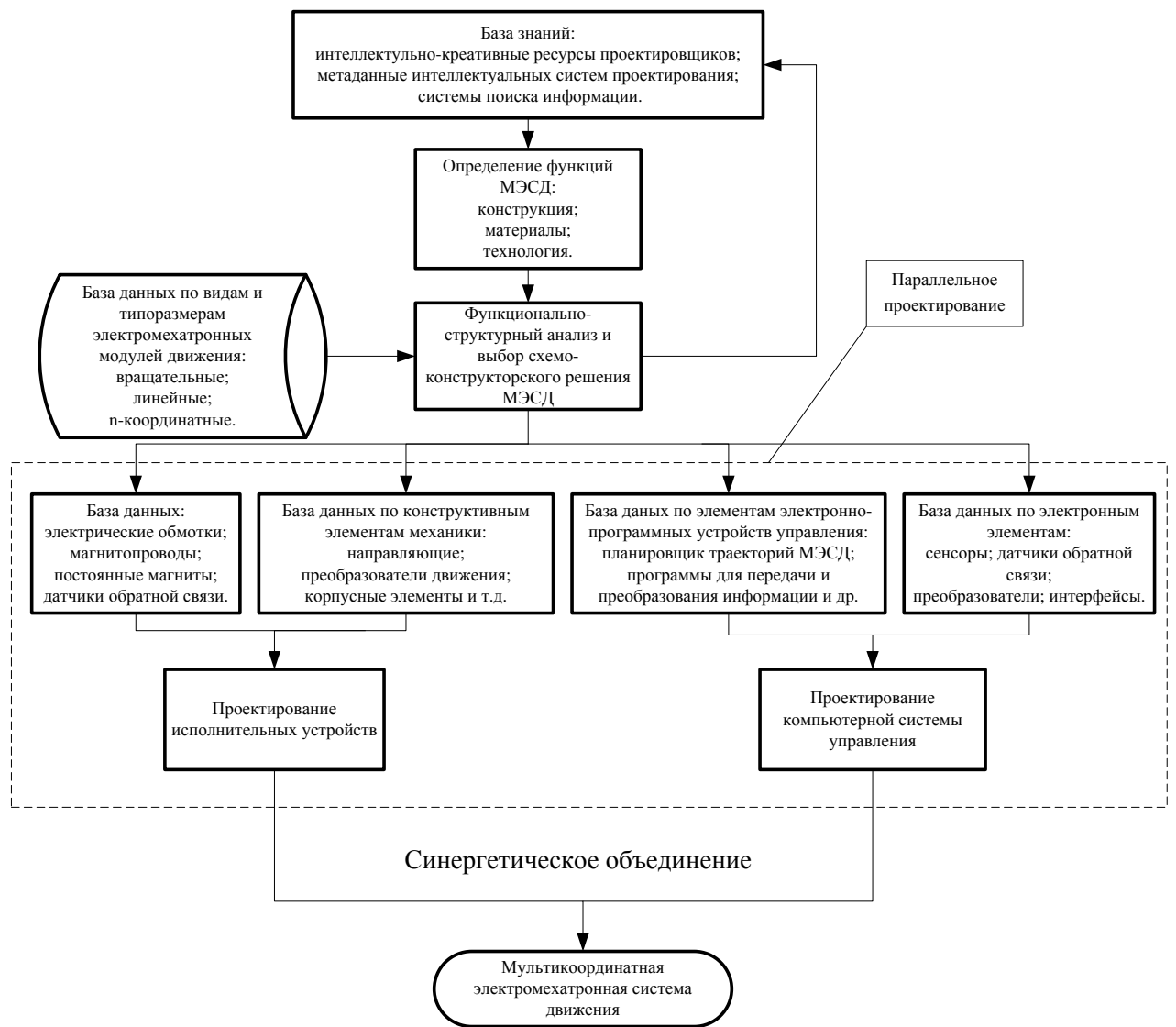


Рис. 3. Методология проектирование МЭСД



Рис. 4. Система планирования траекторий МЭСД

В процессе генерации траекторий МЭСД проводится анализ рабочего пространства на предмет выявления участков обрабатываемых поверхностей недоступных для инструмента, оптимизация траекторий с использованием различных целевых функций (время, минимизация энергетических затрат, качество обработки и т.д.). После решения оптимизационных задач выполняется генерация программ для системы управления МЭСД.

Термин «проектирование» – разделение конструкторских работ на творческую, технологическую, организационную, производственную и корректировочную деятельности. Организационная деятельность – планирование работы, подбор и расстановка кадров. Творческая деятельность – применение метода «мозгового штурма» в поиске новых идей и т.д.

Итак, понятие «интеллектуальное схемоконструкторское проектирование» многозначно, это разделение конструкторских работ на творческую, технологическую, организационную, производственную и корректировочную деятельности, представляемых:

тремя качественными уровнями интеллектуальной активности и общей способностью к познанию и решению проблем, которая объединяет все познавательные способности индивида: ощущение, восприятие, память, мышление, воображение, упрощённое представление чего-либо в самых общих чертах;

изложением, изображением и представлением совокупности свойств изделия, характеризующих в общем случае составом его частей, назначением, взаимным расположением, формами, размерами и материалами составных частей и их соединением между собой, в виде совокупности конструкторских документов, содержащих данные, необходимые в общем случае для разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки и эксплуатации изделия, включая ремонт.

СХЕМОКОНСТРУКТОРСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИКООРДИНАТНЫХ СИСТЕМ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания к выполнению практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Схемоконструкторское проектирование мультикоординатных систем движения» для магистрантов по направлению: 221000.68 «Мехатроника и робототехника» по магистерской программе «Компьютерное моделирование электромехатронных систем движения»