

## ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Арефьев Н.Н., Степанов В.Ю.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь,  
[fartnick@mail.ru](mailto:fartnick@mail.ru), [vovchik-13a@yandex.ru](mailto:vovchik-13a@yandex.ru)

Электромеханические системы, широко используются в таких областях науки и техники, как энергетика, электромеханика и электротехника.

Электромеханическая система (ЭМС) – это система, осуществляющая преобразование электрической энергии в механическую энергию и наоборот.

Математическая модель – это описание оригинала с помощью математической символики. Расчёт и проектирование математической модели состоят в определении параметров и характеристик отдельных элементов, звеньев, блоков, устройств, частей системы и всей системы в целом. Для этого составляются алгоритмы и методики, позволяющие рассчитать:

- нагрузочные (внешние) и рабочие характеристики (зависимости) от мощности и других параметров;
- амплитудные характеристики;
- передаточные функции;
- выходные и потребляемые мощности;
- энергетические показатели и коэффициенты усиления и передачи как отдельных элементов и частей системы, так и системы в целом и т.д.

Основой для построения математических моделей электромеханических систем служат физические законы, определяющие принципы функционирования этих систем. При этом в зависимости от поставленной задачи необходимо выделить законы, которые влияют на наиболее значимые для исследования характеристики объекта, не перегружая модель дополнительными параметрами, не представляющими интерес при исследовании, анализе, синтезе и проектировании электромеханических систем.

Стоит отметить, что решение, с использованием математического моделирования, находится приближённо. Основные методы исследования: аппроксимация и численный анализ. С развитием средств вычислительной техники и прикладного программного обеспечения, с использованием «компьютерной математики», численный анализ практически вытеснил другие классические методы решения уравнений.

Заключительным этапом построения математической модели является подготовка алгоритма и пользовательской программы с учётом типа, особенностей эксплуатации, и необходимого прикладного программного обеспечения, используемого на ЭВМ, где будет производиться математическое моделирование [1].

Электротехническое и электромеханическое оборудование и системы, подлежащие исследованиям могут быть условно разделены на информационные части и силовую.

Условность такого деления связана с тем, что происходит широко внедрение полупроводниковой техники, использование новых материалов, качественное изменение методов и средств управления, обусловленное интенсивным развитием и внедрением компьютерных и микропроцессорных систем и разработкой новых информационных технологий. Примером силовой части могут служить исследования и разработки взаимосвязанных электроприводов технологических линий и комплексов, исследования и разработки в области мехатроники[2, стр.57].

Принцип действия любой системы автоматического управления состоит в том, чтобы обнаружить отклонение управляемых величин, характеризующих работу машины, или

протекание процесса, и при этом воздействовать на машину или процесс так, чтобы устранить возникшие отклонения.

Неотъемлемыми составными частями современных электромеханических систем являются электродвигательные, преобразовательные, управляющие устройства, передаточные и исполнительные механизмы. Большинство указанных устройств имеют типовые схемные решения и изменений в процессе проектирования и исследования ЭМС не претерпевают. Однако качество результатов проектирования и скорость их получения определяются уровнем математических моделей их точность и адекватностью реальным устройствам.

Появление современных компьютеров с их вычислительными мощностями стали настоящим прорывом в области техники, и все описанные элементы стало возможно моделировать в предельно короткие сроки, а развитие ЭМС на современном этапе идет как по пути совершенствования технических средств, так и в направлении поиска новых алгоритмов управления. Достигнутый уровень и перспективы развития технических средств автоматизированного электропривода и компьютерных систем управления таковы, что позволяют практически реализовать в реальном времени алгоритмы управления любой сложности и конфигурации. Проблема состоит лишь в определении оптимального алгоритма управления и в надежности технологического оборудования.

В этих случаях в проектировании и исследовании ЭМС выделяются следующие основные направления:

- автономное проектирование и исследование элементов ЭМС;
- совместное проектирование силовой части автоматизированного электропривода (АЭП) и технологического агрегата (ТА) с последующим автономным проектированием управляющей части АЭП и управляющего устройства ЭМС;
- совместное проектирование силовой части АЭП и ТА с последующим совместным проектированием управляющих устройств АЭП и системы в целом;
- комплексное совместное проектирование и исследование всех элементов ЭМС.

Наибольшая эффективность проектных решений, очевидно, может быть достигнута при совместном проектировании всех элементов системы.

Из выше изложенного следует, что проблем построения моделей аналоговых регуляторов не существует.

Проблема автоматизации проектирования и исследования электромеханических систем сопряжена с решением задач автоматизированного построения рациональной силовой схемы ЭМС и автоматизированного синтеза многоуровневой системы управления иерархической структуры. Решение первой задачи, как правило, не отличается многообразием вариантов проектных решений, каждый из которых получается путём поиска в ограниченном множестве рациональных элементов силовой части и проектирования устройств их взаимодействия. Множество возможных вариантов алгоритмов управления на каждом уровне управления, множество способов и средств реализации этих алгоритмов, простота их перестройки и корректировки обуславливает значительные трудности в решении второй задачи. В то же время, именно здесь могут быть достигнуты значительные успехи в повышении качества проектируемых систем и именно здесь наиболее эффективнее область использования автоматизированного проектирования[3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Л.К. Бурулько. Математическое моделирование электромеханических систем (часть 1). Математическое моделирование преобразователей электрической энергии переменного тока. – Издательство Томского политехнического университета, 2014. – 105 с.
2. Республиканский журнал Университета Енбектери. Труды Университета № 1, 2002. – 78 с.
3. Колганов А.Р. Моделирование электромеханических систем., электронный конспект лекций. – 176 с.