

# КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ БЫСТРОГО ПРОТОТИПНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Пересада С.М., д.т.н., проф., Максимов Д.В., магистр**

*кафедра автоматизации электромеханических систем и электропривода*

**Введение.** При исследовании характеристик электромеханических систем, часто приводятся только результаты математического моделирования. Это связано с тем, что подготовка и проведение полноценного эксперимента требует значительных временных и финансовых затрат. Ускорить процесс разработки и проведения экспериментов позволяет технология быстрого прототипного тестирования.

**Цель исследования.** Целью данной работы является представление концепции построения станции быстрого прототипного тестирования электромеханических систем с различными типами приводных двигателей.

**Материалы исследования.** Быстрое прототипное тестирование (БПТ) – это технология быстрого создания тестовых образцов или работающей модели системы для проведения экспериментальных исследований [1].

Проведение реальных экспериментов позволяет учесть ряд особенностей, которыми обычно пренебрегают при математическом моделировании, но при этом могут оказывать значительное влияние на качество управления [1],[2]:

- эффекты квантования сигналов по времени и уровню, а так же вычислительная задержка могут снизить показатели качества системы;
- некоторые алгоритмы могут быть чувствительны к помехам, которые присутствуют во входных сигналах;
- немоделируемая динамика и паразитные эффекты могут понизить грубость системы и даже привести к потере устойчивости.

Перед разработкой концепции станции БПТ, стоит обратить внимания на рекомендации, изложенные в [1]:

- не стоит разрабатывать и реализовывать аппаратное обеспечение, до тех пор, пока это не станет действительно необходимым;
- следует использовать стандартные подходы и компоненты;
- следует использовать вычисления с плавающей запятой;
- необходимо дать пользователям гибкую среду разработки для написания управляющих алгоритмов их запусков и отладки;
- необходимо обеспечить возможность интерактивного взаимодействия с управляющей и исследуемой системами;
- необходимо разработать удобный и понятный пользовательский графический интерфейс.

Основная идея системы быстрого прототипного тестирования электромеханических систем – это дать возможность разработчику полностью сконцентрироваться на решении поставленной теоритической задачи,

минимизировав его участие в работе с аппаратной частью. В поле зрения инженера должна остаться только разработка алгоритма управления системой и программа эксперимента. В идеале, все остальные обязанности, такие как программирование управляющего контроллера, разработка коммуникационных интерфейсов, разработка программного обеспечения для терминала, на котором происходит эксперимент, и алгоритмизация законов управления должны ложиться на станцию БПТ.

Немецкая компания dSpace®, основной производитель систем БПТ, предлагает интеграцию своего программно-аппаратного комплекса со средой Mathworks® Matlab® Simulink®, где разработчик может использовать свой привычный подход разработки алгоритмов управления в Simulink [3].

В статье [1] предложен иной подход, при котором алгоритм управления описывается на языке программирования высокого уровня, после чего интегрируется компоновщиком в общую структуру программного обеспечения (ПО) контроллера.

Интересным может оказаться подход, при котором алгоритм управления также внедряется в общее ПО, но само ПО поставляется в виде исходных кодов. Такое решение выглядит особенно заманчиво, если к созданию системы БПТ побуждают в первую очередь учебные интересы.

Другим вопросом, при разработке станции БПТ, является то, как и в каком виде реализовать аппаратную часть станции. Распространенным решением является представить аппаратную часть в виде контроллера на базе высокопроизводительного цифрового сигнального процессора (ЦСП), который в свою очередь подключается к терминалу через шину PCI (Peripheral Component Interconnect) или ISA (Industry Standard Architecture) [2],[4]. На плате такого контроллера предполагается большое количество цифровых и аналоговых входов/выходов, достаточное для подключения датчиков и другой периферии, необходимой для проведения разнообразных тестов и опытов. Например, на плате dSpace DS1104 R&D Controller Board размещены два процессора (центральный процессор MPC8240 и дополнительный Texas Instruments TMS320F240 DSP), 34 цифровых входа\выхода, два АЦП (каждый по четыре канала), один восьмиканальный ЦАП, а так же два канала для подключения инкрементных энкодеров [4].

Решение использовать шину PCI в качестве коммуникационного интерфейса дает преимущество по скорости и надежности соединения по сравнению с интерфейсами типа USB или Ethernet, но значительно проигрывает по мобильности и кроссплатформенности. На рынке представлен широкий ассортимент адаптеров, которые позволяют связать шину USB с такими интерфейсами как RS-232, RS-485 и др. При скорости передачи 1 МБод, обеспечивается передача более 30000 измерений одной 32-разрядной переменной за секунду. Если для заданных целей такая производительность приемлема, то нет необходимости тратить время и деньги на значительно более сложную шину PCI.

Важным вопросом при построении системы БПТ является разработка программного обеспечения для терминала, на котором будут проводиться

эксперименты. В последнее время наблюдается тенденция строить приложения на базе переносимых и стремительно развивающихся платформах типа Microsoft .Net Framework или Qt [5][6].

Рассмотрев основные вопросы, которые возникают при разработке концепции систем быстрого прототипного тестирования электромеханических систем, можем сделать определенные выводы. Первое с чем стоит определиться – это направленность проекта. Если планируется высокая степень коммерциализации продукта, то необходима законченность проекта и универсальность. Когда же при разработке концепции ставятся учебные и исследовательские приоритеты, то уместным будет дать возможность пользователю лично выполнить настройку системы и поработать с исходными кодами программного обеспечения.

В качестве процессора для управляющего контроллера, стоит обратить внимание на 32-разрядные ЦСП с плавающей запятой, например, процессоры семейства F2833x или более производительные семейства C6000 от Texas Instruments [7].

**Выводы.** Системы быстрого прототипирования электромеханических систем позволяют производить проверку работоспособности, настройку параметров, сравнение алгоритмов, отслеживать и отлаживать процессы управления в реальном времени. При этом потратив столько времени и ресурсов, сколько и при обычном математическом моделировании.

Для реализации концепции системы БПТ необходимо: определить структуру и состав аппаратной части, то есть осуществить выбор DSP-контроллера, элементов силовой части, датчиков для отслеживания механических и электрических координат привода, а так же набор электрических машин. Разработать программное обеспечение для ПК, которое обеспечит функции визуализации и протоколирования отслеживаемых координат, функцию быстрого редактирования и замены программного обеспечения контроллера, возможность изменения параметров контроллера во время эксперимента

#### Перечень ссылок

1. Morici R., Rossi C., Tonielli A.: Fast Prototyping of Nonlinear Controllers for Electric Motor Drives, IFAC World Congress 1993, Sydney, Australia, July 1993.
2. Пересада С.М., Ковбаса С.Н., Тониэлли А. Станция быстрого моделирования алгоритмов управления электроприводом // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – 1999. – С. 190–193.
3. dSPACE Inc. [www.dspaceinc.com](http://www.dspaceinc.com)
4. <http://www.dspace.com/en/pub/home/products/hw/singbord/ds1104.cfm>
5. [http://ru.wikipedia.org/wiki/.NET\\_Framework](http://ru.wikipedia.org/wiki/.NET_Framework)
6. <http://qt.digia.com/>
7. <http://www.ti.com/lscds/ti/dsp/overview.page>