

МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ – МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ ИНЖЕНЕРНЫХ РАЗРАБОТОК

А. А. Ефремов
ЗАО «СофтЛайн Трейд», Москва,
e-mail: alexander.efremov@tokamak.su

С. С. Сорокин
ЗАО «СофтЛайн Трейд», Москва,
e-mail: sergey.sorokin@softline.ru

С. М. Зенков
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва,
e-mail: s.zenkov@tokamak.su

В модельно-ориентированном проектировании процесс разработки сосредоточен вокруг системной модели — от фиксации и разработки технических требований до внедрения и тестирования.

Данная модель системы — основа исполняемой спецификации, которая используется и разрабатывается на всем протяжении процесса проектирования. Исполняемая спецификация может также включать входные данные и предполагаемые выходные данные или критерии соответствия и условия эксплуатации, а также ссылки на требования. Цель исполняемой спецификации заключается в однозначной формулировке цели разработки, а также в возможности анализа осуществимости и совместимости требований посредством моделирования.

При модельно-ориентированном проектировании эффективность работы инженеров повышается благодаря следующим возможностям:

- использование общей для всех проектных групп среды проектирования;
- прямая привязка разработок к требованиям;
- интеграция тестирования и разработки для непрерывного выявления и исправления ошибок;
- совершенствование алгоритмов посредством многодоменного моделирования;
- автоматическая генерация встроенного ANSI C, Verilog и VHDL кода;
- разработка и многократное использование комплексных тестов;
- автоматическое создание документации;
- многократное использование разработок для развертывания системы на многоядерных процессорах и кластерах.

Модельно-ориентированное проектирование (model-based design) позволяет существенно сократить расход времени и финансов при ведении разработок без ущерба для качества конечного продукта [2, 3]. При модельно-ориентированном

проектировании систем реального времени ядром разработки является *программная модель* объекта управления (см. рис. 1).

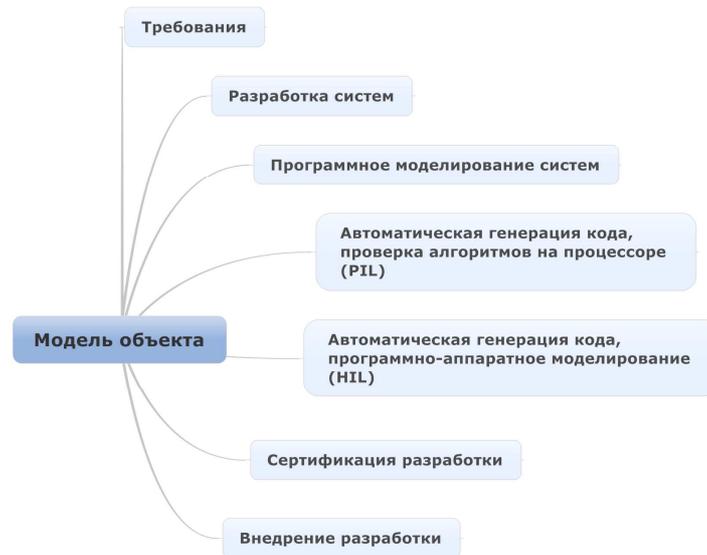


Рис. 1. Этапы модельно-ориентированного проектирования.

Эта модель является единой для разработчиков — специалистов в различных областях знаний (инженеров-разработчиков систем управления, физиков, математиков, проектировщиков электрических, механических, гидравлических систем и др.). Требования, предъявляемые к математической модели объекта и к конечному продукту, связываются с программной моделью. Такая связь с единой моделью обеспечивает прозрачность разработки и, как следствие, соблюдение одних и тех же требований всеми участниками проекта.

Алгоритмы, разработанные для математической модели объекта управления, проверяются на программной модели. Благодаря этому удается избежать затрат на раннее прототипирование (создание аппаратных прототипов устройств), а также поломок прототипов.

После программной проверки из модели автоматически генерируется программный код для управляющего устройства (контроллера, ПЛИС, промышленного компьютера). Управляющее устройство подключается к исходной программной модели объекта управления. Таким образом, обеспечивается проверка работоспособности алгоритма на управляющем устройстве в темпе времени компьютерного моделирования (Processor-in-the-Loop, PIL). Автоматическая генерация кода из модели позволяет избежать ошибок, связанных с человеческим фактором, и снижает временные затраты на этап разработки.

Следующий этап — программно-аппаратное моделирование (Hardware-in-the-Loop, NIL) — позволяет тестировать и исследовать алгоритм управления, реализованный в управляющем устройстве, в реальном времени [2, 4]. На этом этапе вместо модели объекта, реализованной в математической среде разработки, используется модель, исполняемая в реальном времени. Управляющее устройство

подключается к компьютеру, который моделирует объект управления и работает в реальном времени. После прохождения всех предыдущих этапов управляющее устройство с алгоритмом управления применяется на реальном объекте.

Среда MATLAB/Simulink может быть использована для реализации всех этапов модельно-ориентированного проектирования — от учета требований к разработке до тестирования и сертификации конечного продукта (см. рис. 2).

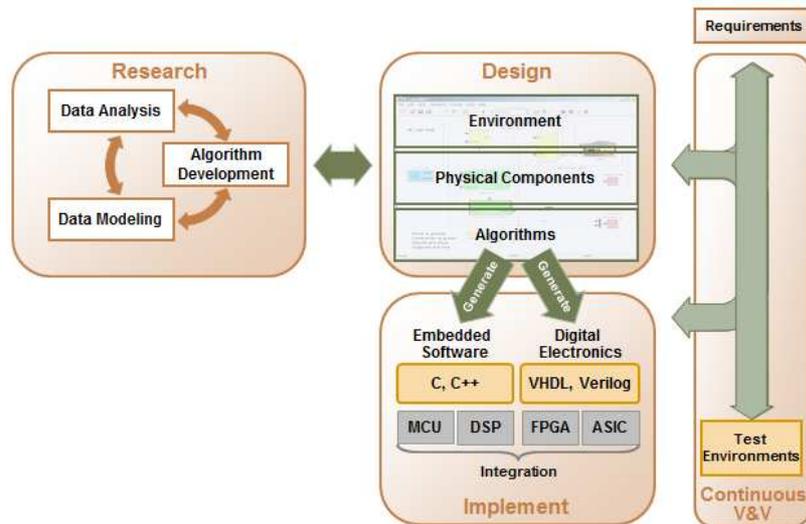


Рис. 2. Модельно-ориентированное проектирование встроенных систем в MATLAB/Simulink.

Среда Simulink позволяет описывать объекты при помощи исполняемых блок-схем (см. рис. 3). Для работы в такой среде от специалиста не требуется специальных навыков программирования.

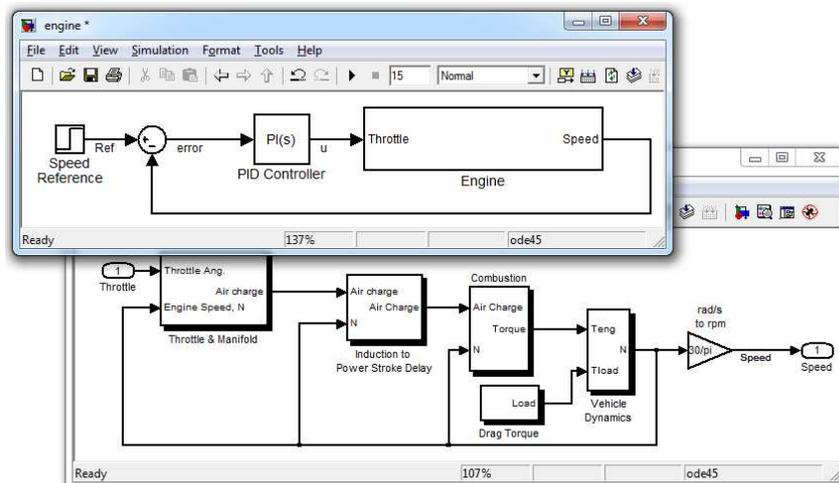


Рис. 3. Пример иерархии исполняемых блок-схем Simulink.

Более миллиона инженеров и ученых по всему миру используют среды MATLAB и Simulink для технических вычислений и модельно-ориентированного проектирования. Данные продукты фактически стали стандартом для инновационных технологических компаний, исследовательских центров, финансовых организаций и вузов по всему миру и становятся все более популярными в России.

Литература

1. *Иванов И.И., Петров С.П. Управление сложными системами. М.: Наука, 1998. 331 с.*
2. *Петров С.П. Параметрическая идентификация пространственно распределенных динамических систем // Вопросы управления. 2000. № 2. С.37-41.*
3. *Sidoroff J.K. Control of technical systems // Archives of Computer Science. Vol. 28. 1996. № 5. P. 13–21.*
4. *Ефремов А. А., Зенков С. М. Модельно-ориентированное проектирование для решения задач автоматизации. Тезисы докладов международной научно-практической конференции "Передовые информационные технологии, средства и системы автоматизации и их внедрение на российских предприятиях". М.: 4-8 апреля 2011 г.*