

основе предложенных принципов привела к заметному снижению сроков разработки (по оценкам, примерно в 1,5 раза) и времени проведения пусконаладочных работ (приблизительно в 5 раз).

#### Список литературы

1. Hartmann S. The World as a Process: Simulations in the Natural and Social Sciences // in: R. Hegselmann et al. (eds.), Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View, Theory and Decision Library. Dordrecht: Kluwer 1996. <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00002412/01/Simulations.pdf>
2. Дозорцев В.М., Крейдлин Е.Ю. Современные автоматизированные системы моделирования ТП // Автоматизация в промышленности. 2009. № 6.
3. Зюбин В.Е., Калугин А.А. Виртуальные лабораторные стенды: обучение программированию задач промышленной автоматизации // Промышленные АСУ и контроллеры. 2009. № 2.
4. Гурко Н.С., Федоров В.И., Лисицын Н.В. Имитационное моделирование и оптимизация процесса дегидрирования n-парафинов в моноолефины // Автоматизация в промышленности. 2009. № 9. С. 11-14.
5. Медведев В. Имитационное моделирование в промышленности // Plm news. Инновации в промышленности. Май 2008. [http://www.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/Images/Plant%20Simulation\\_tcm802-92342.pdf](http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/Images/Plant%20Simulation_tcm802-92342.pdf)
6. Мейер Б. Семь принципов тестирования программ // Открытые системы. 2008. №7.
7. Зюбин В.Е. Пути расширения языка ST из состава МЭК 61131-3 для задач промышленной автоматизации // Приборы и системы. 2009. №3.
8. Зюбин В.Е. "Си с процессами": язык программирования логических контроллеров // Мехатроника. 2006. № 12.
9. Бутырин П.А., Васьковская Т.А., Каратаева В.В., Материкин С.В. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7. М.: ДМК Пресс, 2005.

*Зюбин Владимир Евгеньевич — канд. техн. наук, руководитель тематической группы "Языки технологического программирования" Института автоматики и электрометрии СО РАН, доцент каф. "Информационно-измерительные системы" Новосибирского государственного университета. Контактный телефон (383) 330-71-62. E-mail: zubin@iae.nsk.su*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ КОДА

### Компания B&R Industrial Automation

*Представлен программный продукт B&R Automation Studio Target for Simulink, реализующий взаимодействие между программными пакетами имитационного моделирования от компании The MathWorks и средой Automation Studio от компании B&R, в которой осуществляется программирование контроллеров. Указаны преимущества от совместного использования инструментов моделирования и проектирования.*

*Ключевые слова: программирование, имитационное моделирование, промышленные контроллеры.*

Мир машиностроения постоянно претерпевает изменения. Происходит разработка новых и оптимизация имеющихся контроллеров, механического и электронного оборудования. Но, если взглянуть на используемые методы разработки, то покажется, что время остановилось. "Устойчивое развитие" и "возможность повторного использования" — эти модные слова редко звучат применительно к ведению разработок в области машиностроения. Очень часто серийно выпускаемые машины проектируются с нуля, хотя в новых проектах можно было бы использовать большую часть уже готовых решений.

Однако оптимизация методов проектирования сулит огромный потенциал экономии для машиностроителей. С одной стороны, повторное использование существующих схем в новом оборудовании может существенно сократить процесс разработки, с другой — использование методов математического моделирования и симуляции позволяет отобразить функционирование выпускаемых машин максимально точно, что облегчает процесс их обслуживания.

Хотя сейчас наиболее распространенным является проектно-ориентированный принцип разработки, методы проектирования на основе моделирования постепенно проникают в сферу промышленной автоматизации. Несмотря на начальные затраты, связанные с анализом системы и разработкой модели, инвестиции машиностроите-

ля быстро окупаются. Например, созданные имитационные модели можно сравнительно недорого обновлять для разработки оборудования будущих поколений. Имитационная модель позволяет в четко документированном виде аккумулировать опыт и "ноу-хау", накопленные в различных отделах компании. Кроме того, имитация помогает обнаруживать концептуальные ошибки на ранних этапах разработки, позволяя обходиться без изготовления дорогостоящих прототипов (рис. 1).

Усовершенствованные алгоритмы управления повышают не только качество выпускаемой продукции, но и производительность машин.

### B&R Automation Studio Target for Simulink — инструмент, объединяющий два мира

Новые методы разработки требуют нового инструмента, полностью совместимого с проектированием на основе имитационного моделирования и автоматической генерации кода. Программные средства компаний B&R и The MathWorks дают современному разработчику возможность с максимальной выгодой использовать преимущества устойчивого развития проектов, основанных на моделях.

Программная среда разработки от B&R — Automation Studio — предназначена для конфигурирования и программирования контроллеров, создания проектов визуализации, а также реализации логики в зада-

чах управления движением. Главные преимущества пакета Automation Studio заключаются в его открытой архитектуре, бесшовной стыковке со средствами имитационного моделирования, такими как Simulink, а также в полностью интегрированном интерфейсе ANSI-Cи. Данный интерфейс упрощает перенос автоматически созданного кода, например, сгенерированного в ПО Real-Time Workshop от компании The MathWorks, в промышленную систему управления (рис. 2).

Компания The MathWorks является автором продуктов MATLAB, Simulink и Stateflow, предоставляющих широкий выбор средств разработки и имитации на основе моделирования. Эти программы хорошо зарекомендовали себя в аэрокосмической промышленности, автомобилестроении и в университетах всего мира; они все чаще находят применение в сфере промышленной автоматизации. Кроме того, компания The MathWorks поставляет программу Real-Time Workshop – это продукт семейства MATLAB и Simulink для генерации полноценного Си-кода по Simulink модели. MathWorks Real-Time Workshop позволяет использовать Simulink для различных приложений РВ, разработки прототипов микропроцессорных систем и совместного программно-аппаратного тестирования связей модель-устройство и процессор-модель. Real-Time Workshop позволяет гибко настраивать генерируемый код и интерактивно управлять его исполнением в РВ из среды Simulink.

Программа V&R Automation Studio Target for Simulink образует мост между средствами имитационного моделирования и миром конфигурирования и программирования ПЛК. Бесшовно интегрируясь в продукты двух производителей, она предоставляет разработчику единообразный интерфейс между MATLAB (Simulink, Stateflow и т.п.) и Automation Studio. Машиностроитель непосредственно выигрывает от слияния этих двух продуктов, поскольку ему не нужно заботиться об их координации. Согласованность интерфейса была достигнута в результате тесного сотрудничества между компаниями V&R и The MathWorks в рамках партнерской программы.



Рис. 1. Жизненный цикл процесса проектирования

*Генератор кода, внося часть самого себя в свое создание, создает этим новый стиль.*

Ремейк по фразе И.Е. Репина

### Единый процесс разработки благодаря полной интеграции

Автоматическая генерация кода, например для ПЛК, выполняется простым и понятным образом. Входящий в состав пакета V&R Automation Studio Target for Simulink инструментарий V&R Automation Studio Toolbox бесшовно интегрируется в среду Simulink на компьютере разработчика. Он предлагает множество интерфейсных блоков, которые управляют взаимодействием автоматически созданного программного блока с остальными компонентами проекта Automation Studio. Для обмена данными с другими программными блоками, элементами визуализации, устройствами ввода/вывода и драйверами используются стандартные переменные.

Основная сложность заключается в выборе правильных настроек генератора кода. На правильную установку всех параметров могут уйти долгие часы напряженной работы, что прерывает рабочий процесс. Поэтому V&R Automation Studio Toolbox содержит блок конфигурирования, который берет на себя выполнение всех необходимых настроек после его ввода в модель Simulink.

Автоматическая генерация кода занимает всего несколько минут. Процесс запускается простым нажатием кнопки и выполняется автоматически в фоновом режиме. Секундой позже созданный код ПЛК интегрируется в проект Automation Studio, не требуя от пользователя копирования созданных файлов или создания переменных. Даже для очень сложных моделей Simulink с несколькими тысячами отдельных блоков весь процесс занимает всего несколько минут. Реализовать это в коде ПЛК вручную просто невыполнимо – это заняло бы месяцы.

Пользователь может просматривать любую часть кода, хотя в этом практически нет необходимости, поскольку оптимизированный код Си вряд ли удастся улучшить. Но главное – любые изменения и до-

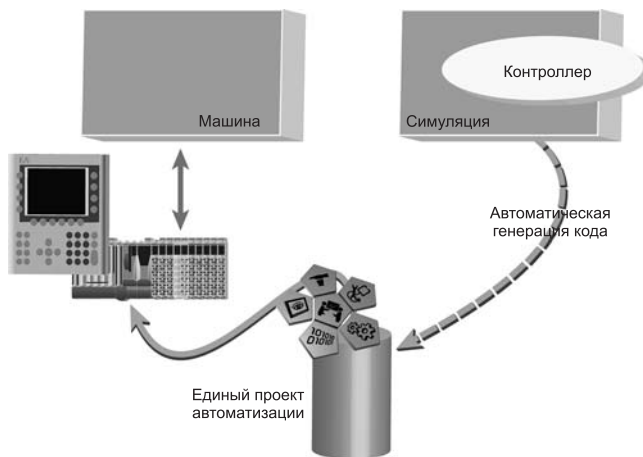


Рис. 2. Автоматически созданная математическая модель контроллера бесшовно интегрируется в систему

полнения лучше делать в модели Simulink. Это поддерживает весь проект в актуальном и документированном состоянии через графическую структуру Simulink и Stateflow. Пользователь может транслировать код в машинный язык и переносить его в ПЛК в знакомой среде Automation Studio.

Согласованность рабочего процесса приводит к колоссальному росту эффективности. Любые изменения осуществляются непосредственно на модели и быстро переносятся в систему простым нажатием кнопки. Это существенно сокращает время разработки. Возможность повторного использования существующих моделей Simulink в последующих проектах позволяет машиностроителю экономить и время, и деньги.

#### Автоматическая генерация кода и проектирование на основе моделей в действии

Многие машиностроители уже используют продукт B&R Automation Studio Target for Simulink. На-

пример, известный в мире производитель пневматических роботов – компания FerRobotics Compliant Robot Technology GmbH убедилась в существенном сокращении времени разработки своей продукции. Ведущий производитель газотурбинных двигателей GE Jenbacher использует автоматическую генерацию кода для тестирования новых типов структур контроллеров. Но есть и такие компании, как ControllerSolution, которые продолжают использовать привычную среду проектирования MATLAB и Simulink для реализации алгоритмов на промышленных контроллерах.

Независимо от субъективных мнений об эффективности проектирования на основе имитационного моделирования эти инновационные методы разработки станут ключом к успеху при создании будущих средств промышленной автоматизации. Доминировать на рынке машиностроения в ближайшие годы будет тот, кто сможет реализовать этот потенциал.

Контактный телефон (495) 657-95-01.

[Http://www.br-automation.com](http://www.br-automation.com)

## ОА-АРХИТЕКТУРА ПОСТРОЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

С.М. Салибекян, П.Б. Панфилов (МИЭМ)

*Приводится описание применения объектно-атрибутивной (ОА) архитектуры вычислительной среды к реализации распределенных систем автоматизации, имеющих в составе вычислительные узлы (компьютеры или ПЛК) различной аппаратной архитектуры. Показаны особенности ОА моделирования распределенных средств автоматизации, основные приемы ОА-моделирования, программирования и отладки подобных систем.*

*Ключевые слова: объектно-атрибутивная архитектура, милликоманда, информационная пара, капсула, параллельная модель программирования.*

### Введение

В Московском институте электроники и математики в настоящее время ведется разработка новой архитектуры вычислительных систем, относящейся к классу dataflow (управление вычислительным процессом с помощью потока данных), получившей название *объектно-атрибутивной* или *ОА-архитектуры* [1-3]. Управление данными в ОА-архитектуре обеспечивается, в первую очередь, с помощью нового способа описания алгоритма: описываются не команды, а данные, циркулирующие в вычислительной системе (подобное решение достаточно широко применяется на практике); а во-вторых (это уже новшество) – посредством иной организации работы исполнительных (функциональных) устройств, выполняющих вычислительные операции (арифметические, логические и т.д.): устройство принимает не команды, а информационные пары (совокупность данных и описывающего их тега/атрибута, именуемого милликомандой). Отсюда следует и другое название предлагаемой архитектуры – *милликомандная архитектура* в отличие от более традиционных микрокомандных архитектур.

Предлагаемый ОА подход к реализации вычислительного процесса создает множество новых возможностей, включая создание вычислительных систем с де-

централизованным управлением вычислительным процессом и реализацию системы на базе вычислительных узлов различной аппаратной архитектуры, программирование системы, состоящей из нескольких разнородных вычислительных узлов как единого целого и обеспечение высокого параллелизма выполнения программ без необходимости прикладывания дополнительных усилий на решение задач распараллеливания вычислений и их распределения по вычислительным ресурсам (которые в большинстве практических случаев не являются тривиальными). Системы автоматизации – одна из сфер применения ОА-архитектуры. В данной области применение ОА-архитектуры обеспечивает множество преимуществ, в том числе предоставляет удобные механизмы проектирования, отладки и имитационного моделирования распределенных систем автоматизации.

### ОА-архитектура на примере задачи промышленной автоматизации

Объектно-атрибутивная архитектура вычислительной системы (ВС) базируется на следующих понятиях:

- информационная пара (ИП) – совокупность данных (*нагрузки*) и атрибута, описывающего данные (например, {ТемператураПомещения=19}, где "=" – знак сопоставления атрибута ярлыку);