

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SCADA – СИСТЕМ

Истратов Р.А., Овсейчик А.В.

*Мурманский государственный технический университет
Мурманск. Россия*

Современный подход к созданию АСУ ТП требует не просто замены прежних аналоговых регуляторов на цифровые (имеющие несомненные достоинства: визуализация процесса, графический интерфейс оператора, самоконтроль, хранение и архивирование информации и т.д.), но и дальнейшего повышения качества управления за счет использования высокоэффективных алгоритмов управления. Использование таких алгоритмов сдерживалось их сложностью и аналоговой элементной базой, при которых практическая реализация была либо принципиально невозможной, либо могла быть достигнута ценой неприемлемых затрат. Даже широкомасштабный процесс перехода на цифровую элементную базу, осуществленный за последние два десятилетия, не обеспечил соответствующего повышения качества управления из-за трудностей при реализации режима жесткого реального времени.

Использование более совершенных алгоритмов управления позволяет:

- непрерывно осуществлять оптимальную настройку регуляторов, обеспечивая стабильный уровень качества производимой продукции и снижение количества отбракованной продукции (по американским данным до 80% регуляторов в промышленности настроены не оптимально из-за динамического изменения параметров процесса);
- обеспечить экономию сырья и энергоресурсов;
- увеличить сроки службы оборудования.

Стремительное развитие технологии производства средств микропроцессорной техники создало все предпосылки для практического внедрения таких алгоритмов.

Вторым сдерживающим фактором являлась высокая трудоемкость разработки программного обеспечения (ПО) АСУ ТП, требующей для реализации проектов использования языков высокого уровня, а значит, участия инженеров–программистов высокой квалификации.

Постановка задачи. В настоящее время разработчики получили в свои руки набор мощных и эффективных инструментальных программных средств, предназначенных для разработки ПО АСУ ТП – SCADA–системы (системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления).

Отметим коротко основные функции SCADA–систем:

1. сбор информации о ТП;
2. обеспечение интерфейса оператора;
3. сохранение истории процесса;
4. непосредственно автоматическое управление в необходимом объеме.

Современные SCADA–системы, такие как InTouch (Wonderware), Genesis (Iconics), Genie (Advantech) и другие, позволяют достаточно быстро реализовать первые три функции, используя основной информационный элемент – тег (tag), логически связанный с данными, и разнообразные графические образы. Реализация четвертой функции может быть выполнена или с использованием блоков простых типовых алгоритмов управления (ПИД–регулятор, двухпозиционное регулирование и т.д.), или осуществлена по собственным алгоритмам с использованием скрипт–языков типа Microsoft Visual Basic (VB). Наряду с этим имеется возможность подключения инструментария в виде

пользовательских DLL–библиотек, а также динамического обмена данными с пользовательскими приложениями по интерфейсу DDE.

Таким образом, SCADA–системы – идеальный инструмент для разработки ПО АСУ ТП, за исключением возможности полноценного тестирования как высокоэффективных алгоритмов управления, работающих при изменяющихся параметрах ТП, так и всей системы в целом, в случаях неумелых действий оператора, приводящих к аварийным ситуациям ТП. В этих пакетах нет развитых средств создания модели ТП, так как их цель – отображение и управление процессом по поступающим данным и создание АСУ ТП. Реализация моделей даже типовых элементов на VB или на уровне DLL–библиотек – процесс трудоемкий и не универсальный. Решения с использованием универсальных пакетов визуального моделирования Simulink (MathWorks) и VisSim 32 (Visual Solution), информационно связанных со SCADA–системами через интерфейс DDE (1), эффективны для создания тренажеров, но не решают всех задач полноценного тестирования ПО АСУ ТП. Это связано с тем, что из объектов тестирования исключаются как программы обслуживания устройств связи с объектом (УСО), так и сами УСО.

Отмеченное выше приводит к тому, что тестирование высокоэффективных и сложных алгоритмов управления, обеспечивающих оптимальное управление объектами с изменяющимися коэффициентами, а также тестирование всей системы в целом на корректность функционирования в ситуациях временного изменения параметров и аварий на ТП приходится выполнять на этапе проведения пусконаладочных работ непосредственно на объекте управления. Проведение таких работ требует отклонения функционирования АСУ ТП от нормального режима, а зачастую и полной остановки ТП. Вынужденный простой промышленного оборудования приводит к удорожанию проекта и увеличению сроков его внедрения. В ряде случаев ТП не допускает вывода его в аварийный или даже предаварийный режим для необходимого тестирования ПО, что приводит к возможной эксплуатации АСУ ТП с ПО, от которого "неизвестно, что ожидать" в экстренных ситуациях. Очевидно, что такая эксплуатация потенциальна экономическими и экологическими потерями.

Использование комплекса для отладки проектов АСУ ТП, имеющего в своем составе полный имитатор технологических процессов, позволяет:

- 1) реализовывать в составе АСУ ТП высокоэффективные алгоритмы управления и контроля (оптимальное управление, адаптивное управление, диагностика технического состояния, оценивание и идентификация параметров объекта);
- 2) создавать высоконадёжное ПО АСУ ТП;
- 3) сокращать сроки внедрения.

Основные принципы построения комплекса. Комплекс (рис.1) состоит из двух основных частей:

- 1 – непосредственно система управления (СУ), разработанная на основе SCADA–системы;
- 2 – полный имитатор ТП, реализованный на базе программно-аппаратных средств, функционирующих в режиме жесткого реального масштаба времени.

Аппаратная часть системы управления построена на основе IBM-совместимого компьютера типа PENTIUM и промышленных компьютеров MIC 2000 фирмы Advantech.

Обмен информации между ними производится по стандартному последовательному интерфейсу RS-485.

– В состав УСО MIC 2000 входит набор стандартных плат **MIC: -2718, -2728, -2730, -2750**. Программная часть системы управления реализована с использованием SCADA–системы **Genie 3**.

Имитатор ТП представлен набором цифровых и физических моделей.

Цифровые модели реализованы на базе IBM PC-совместимых ПЭВМ с использованием программных средств AutoCont (2). Для связи с СУ используются платы ввода-вывода сигналов, поставляемые компанией Icos: ACL-8112 DG, A-626.

Пакет моделирования автоматических систем регулирования AutoCont позволяет рассчитывать различные частотные характеристики, переходные процессы, фазовые портреты и получать их графики. В состав пакета входит редактор структурных схем, позволяющий создавать автоматические системы управления различных типов, используя широкий набор элементов и связей между ними. AutoCont поддерживает устройства связи с объектами и используется для создания систем управления внешним оборудованием. Наряду с этим, пакет AutoCont широко используется в учебном процессе и для решения исследовательских задач.

Программные средства AutoCont позволяют с помощью встроенного редактора структурных схем и меню элементов легко формировать цифровую модель ТП практически неограниченной сложности (рабочее поле редактора 80x80 элементов).

Среди элементов следует отметить следующие:

- аналоговые линейные элементы, описываемые линейными дифференциальными уравнениями до 20-го порядка;
- цифровые элементы, включая типовые П-, ПИ-, ПД-, ИД и ПИД-регуляторы;
- различные модификации типовых нелинейностей (идеальное реле, реле с зоной нечувствительности, реле с зоной неоднозначности, реальное реле, усиление с ограничением, люфт);
- элемент функциональной зависимости $x_{вых}=f(x_{вх})$, где $f(x_{вх})$ задается в виде входной строки длиной не более 255 символов, среди которых могут присутствовать числа, знаки, арифметические операции, скобки произвольной вложенности, функции (ln, log, sin, cos, tg, ctg, exp, arctg, sign, abs, sqrt);
- элементы, реализующие различные виды входных сигналов, включая как стандартные $A \cdot 1(t-\tau)$, $A \cdot \sin(\omega t+\varphi)$, так и функцию $x=f(t)$, где $f(t)$ задается аналогично описанной выше $f(x_{вх})$ за исключением того, что аргументом является величина t ;
- запаздывание, реализующее функцию $x_{вых}=x_{вх}(t-\tau)$;
- элементы: пересечение, множитель, умножитель;
- элементы АЦП и ЦАП, служащие для связи с внешними устройствами через соответствующие платы ввода/вывода при моделировании в реальном времени.

Такой широкий набор элементов позволяет создавать полные имитаторы технологического оборудования в реальном масштабе времени, включая датчики и исполнительные механизмы. Физические модели реализованы на базе элементов, наиболее широко используемых в СУ ТП, и обеспечивают высокую наглядность функционирования отдельных узлов систем. Внешние органы ручного задания параметров ТП (переключатели, потенциометры) позволяют изменять параметры в широком диапазоне. Реализация временных характеристик осуществлена с использованием операционных усилителей с соответствующими обратными связями. Так, например, физическая модель электропривода позволяет имитировать соответствующие процессы в диапазоне 80 Вт ÷ 300 кВт.

В случае необходимости наложения дополнительных помех или какой-либо обработки выходной сигнал физической модели вводится в цифровую модель на базе IBM PC, откуда поступает в СУ. Связь между всеми элементами комплекса осуществляется по внешнему физическому интерфейсу. Для отладки и тестирования конкретного проекта АСУ ТП, коммутатором (на рис.1 не показан) производится подключение соответствующих входов и выходов системы управления и полного имитатора.

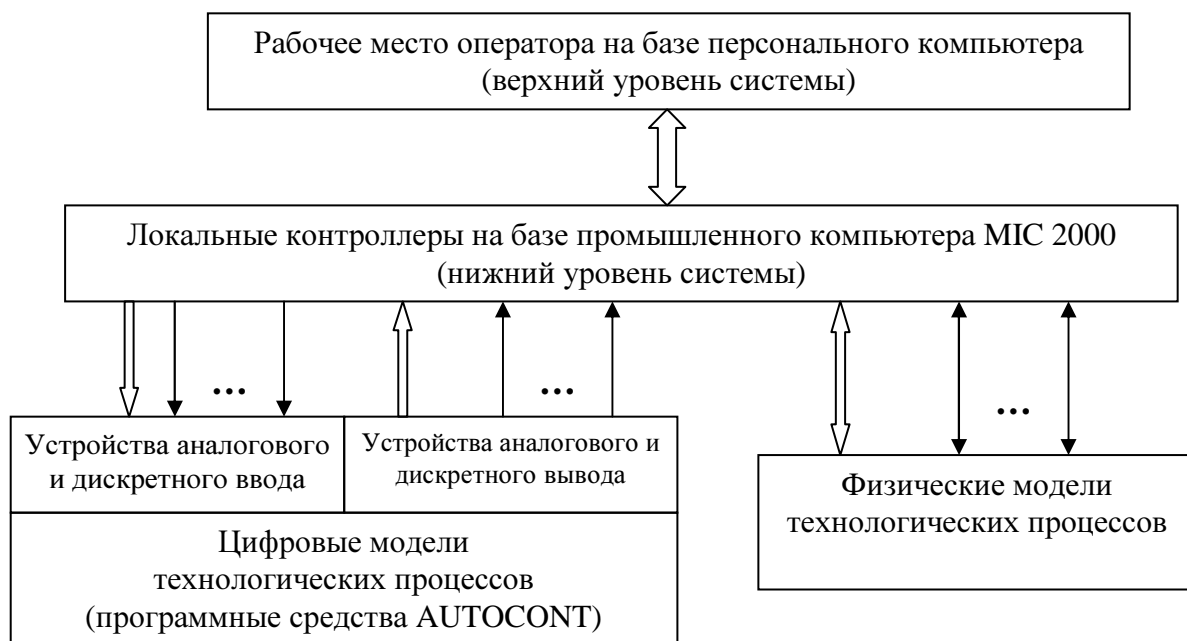


Рис.1. Конфигурация аппаратных средств КСУ.

В случае использования сложных цифровых моделей ТП и невозможности обеспечения жесткого режима реального времени одним компьютером имитатора может быть задействован ряд таковых. Рассматриваемый комплекс дает возможность обеспечить тестирование ПО АСУ ТП, имеющего в своем составе алгоритмы цифровой фильтрации, идентификации, адаптивного управления, диагностики состояния, как отдельных агрегатов, так и всего ТП. Полная имитация ТП позволяет также обеспечить тестирование ПО на корректность функционирования в случае высокого уровня электрических помех, отказов датчиков, исполнительных механизмов, системы электропитания.

Отмеченный выше подход позволяет имитировать самые разнообразные объекты, но требует получения качественных моделей технологических процессов.