



Разработка тренажеров и отладка проектов АСУ ТП на базе пакетов MMI/SCADA

Раис Ахметсафин, Римма Ахметсафина, Юрий Курсов

Рассматривается информационное взаимодействие MMI/SCADA пакетов и пакетов визуального моделирования при разработке тренажеров оперативного персонала и моделировании АСУ ТП, вводится критерий оценки действий испытуемого.

Введение

В настоящее время технологические процедуры, выполняемые персоналом на сложных и небезопасных энергетических, силовых, нефтехимических производствах и установках, описываются десятками различных инструкций, составляющих тысячи страниц текста. Время их освоения составляет несколько месяцев, а оперативная переподготовка персонала затруднена. В то же время к квалификации оперативного персонала предъявляются высокие требования, в связи с чем проводится периодическая аттестация персонала. При этом необходимо отработать штатные и нештатные аварийные ситуации, которые часто по требованиям безопасности невозможно смоделировать на реальном объекте.

В настоящее время деятельность операторов моделируется на полномасштабных тренажерах, а компьютерные тренажеры используются только для моделирования физических процессов. Появление мультимедиа технологий дает возможность использовать в тренажерах изображения и звуки реальных технологических объектов. Это позволяет реализовывать новые функции в тренажерах. Кроме того, на ряде производств (например, на АЭС) существуют помещения, доступ в которые разрешается один или два раза в год и на очень ограниченное время. За это время пер-

сонал должен провести в этих помещениях профилактические работы. Используя тренажеры с реальным изображением оборудования таких помещений, можно осуществлять предварительную подготовку персонала и точно распланировать весь процесс профилактики.

Постановка задачи

Имеющийся опыт разработки динамических тренажеров для оперативного персонала на базе ПК позволяет сформулировать следующие основные требования к компьютерным тренажерам:

- 1) интерфейс должен быть максимально приближен к реальным пультам и щитам управления;
- 2) динамическая модель технологического процесса должна учитывать постоянные времени и основные взаимосвязи реальных параметров;
- 3) средства разработки приложений должны быть простыми и гибкими;
- 4) должна быть предусмотрена возможность изменения сценариев тренировок и интерактивного изменения ситуаций инструктором;
- 5) тренажер должен позволять оценивать и анализировать действия испытуемого.

Существенную помощь в проведении тренировок оказывают и средства мультимедиа, использование которых становится дополнительным требованием.

Современные пакеты MMI/SCADA (человеко-машинный интерфейс/диспетчерское управление и сбор данных), такие как InTouch, FIX, Genesis, Trace Mode, Genie и др., работающие в среде Windows, позволяют достаточно быстро создать человеко-машинный интерфейс для промышленных и исследовательских установок. Версии пакетов регулярно обновляются, а в журналах (не всегда беспристрастно) публикуются их рейтинги. Основным информационным элементом этих пакетов является тег (tag), имеющий уникальное имя и атрибуты. Тег является источником информации и может быть, например, сигналом с аналогового или дискретного датчика, данными, переданными из другого Windows-приложения, выходом блока обработки данных (например типowego ПИД-регулятора), либо может быть введен пользователем с помощью кнопок, переключателей и регулировок. Переменные, определяющие состояние тегов, могут отображаться в реальном масштабе времени в виде совокупности графических динамических образов, для которых в наиболее развитых пакетах определяются пропорциональное перемещение, поворот, масштабирование, цвет, а также видеоряд и звуковое сопровождение. Во всех пакетах имеются и типовые средства отображения: имитаторы регистрирующих приборов с различной шкалой,

ползунковые и круговые регуляторы, кнопки, переключатели и т. д. Графические образы объединяются в именованные экранные формы. К атрибутам тега относят характер данных, шкалу, уровни сигнализации и т. д. Обработка данных, логически связанных с тегами, может осуществляться с помощью блоков типовых операций, описанных с использованием простых и в то же время емких специализированных скрипт-языков, либо с использованием традиционных языков типа Microsoft Visual Basic (VB). Кроме того, имеется возможность подключения инструментария в виде пользовательских DLL-библиотек, а также динамического обмена данными с пользовательскими приложениями по интерфейсу DDE и в локальной сети.

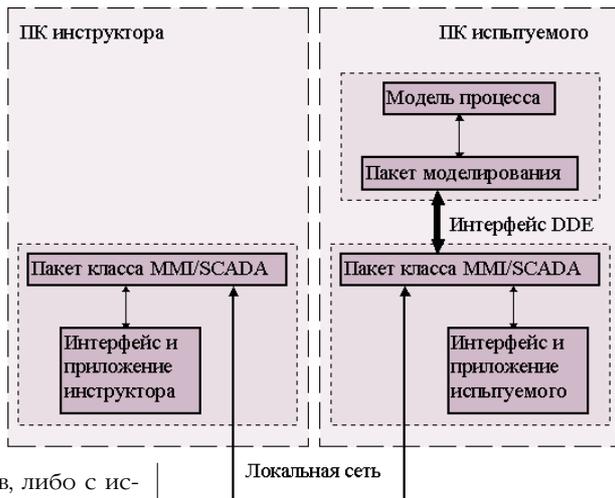


Рис. 1. Структурная схема тренажера

Таким образом, пакеты MMI/SCADA — идеальное средство для создания динамических тренажеров, удовлетворяющих всем перечисленным здесь требованиям, за исключением второго. В этих пакетах нет развитых средств создания модели технологического процесса — их цель отображение и управление процессом по поступающим извне данным и создание АСУ ТП. Разработка моделей даже типовых элементов на уровне DLL-библиотек или на Visual Basic — процесс достаточно трудоемкий и не универсальный.

Наиболее пригодными для моделирования самого процесса, на наш взгляд, являются универсальные пакеты визуального моделирования SIMULINK фирмы MathWorks (www.mathworks.com) и VisSim32 фирмы Visual Solution (www.vissim.com). Эти пакеты имеют богатый набор типовых блоков, как линейных динамических, так и нелинейных, связь между которыми может устанавливаться как скалярами, так и векторами. Примеры и библиотеки к этим пакетам иллюстрируют их применение при моделировании химических, электромеханических, социальных, биомедицинских, адаптивных систем, систем с нечеткой логикой, нейронных сетей и т. д. Кроме типовых, могут быть созданы и пользо-

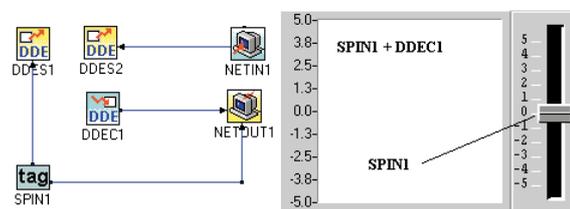


Рис. 2. Приложение и интерфейс испытуемого (Genie)

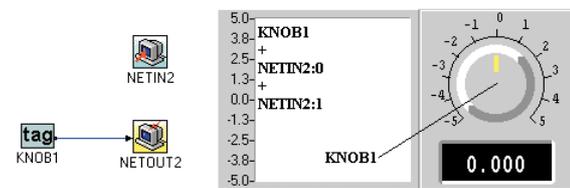


Рис. 3. Приложение и интерфейс инструктора (Genie)

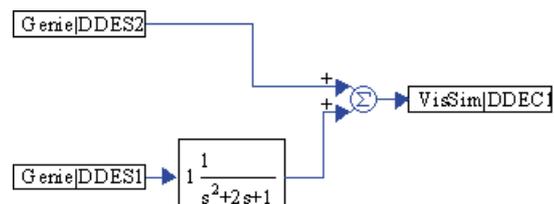


Рис. 4. Модель процесса (VisSim)

вательские блоки путем укрупнения типовых либо описания на языках программирования высокого уровня. Вышеупомянутые пакеты моделирования имеют достаточные для исследовательских целей средства отображения, а самое главное — это поддержка интерфейса DDE и возможность моделирования в реальном масштабе времени. В настоящей работе

предлагается использовать для разработки тренажеров два пакета: один класса MMI/SCADA, второй — универсальный пакет визуального моделирования, а взаимодействие между ними на уровне данных и событий осуществлять по интерфейсу DDE (рис. 1).

Основные принципы построения тренажеров

Сценарий тренировок может задаваться изменением во времени некоторых параметров. Их значения в MMI/SCADA-приложениях либо считываются из файлов, либо получаются в результате выполнения скрипт-программ или программ на VB. Сетевые возможности пакетов позволяют инструктору из своего приложения оперативно изменять ситуацию в приложении испытуемого.

В общем случае для оценки действий испытуемого для каждого сценария тренировки пишется отдельная программа. В настоящей работе предлагается использовать в качестве критерия оценки суммарное взвешенное количество тревог. В пакетах MMI/SCADA тревога (alarm) — это событие, происходящее при выходе тега или параметра за уровни сигнализации. Уровней сигнализации может быть четыре — high, high-high, low, low-low. Так как в этих пакетах все события происходят в определенные кванты времени, то предлагаемая оценка является интегральной и определяется как количеством «упущенных» параметров, так и их важностью, а также продолжительностью выхода за уровни сигнализации. Такая оценка, на наш взгляд, является универсальной и легко реализуется. Кроме того, в наиболее развитых пакетах ведется протокол тревог.

Простой объект управления

В качестве простого примера, демонстрирующего только информационное взаимодействие пакетов, рассмотрим динамический объект, описываемый передаточной функцией второго порядка, который управляется вручную испытуемым, а инструктор может добавлять помеху к выходу. В примере (рис. 2-4) рассматриваются пакеты Genie 3.0 и VisSim 3.0 (работающая демо-версия последнего представлена на указанном ранее Web-сервере).

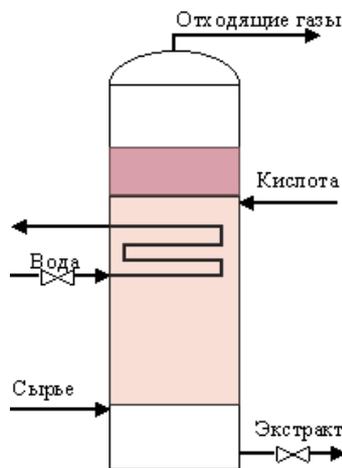


Рис. 5. Технологическая схема реактора синтеза спирта

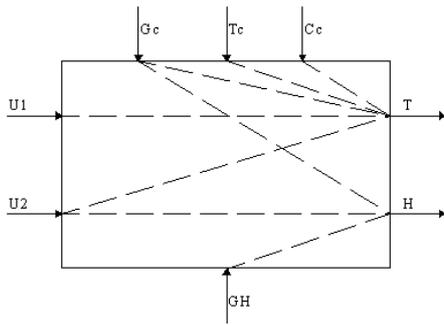


Рис. 6. Функциональная схема реактора

Сложный объект управления

Рассмотрим более сложный пример реактора синтеза спирта (рис. 5, 6) серно-кислотным методом [1].

Сырье — смесь газов этан-этиленовой фракции — поступает в нижнюю часть абсорбера. В верхнюю часть подается серная кислота. При взаимодействии этилена с концентрированной серной кислотой получается этилсерная кислота и диэтилсульфат. Неабсорбированные газы выходят из верхней части, а насыщенный экстракт вытекает из нижней части абсорбера.

Регулируемыми параметрами являются:

- температура рабочей зоны абсорбера (Т);
- уровень (Н).

Управляющими воздействиями являются:

- положение регулирующего клапана на воду контура охлаждения (U1);
- положение регулирующего клапана отвода экстракта (U2).

Внешними параметрами (возмуще-

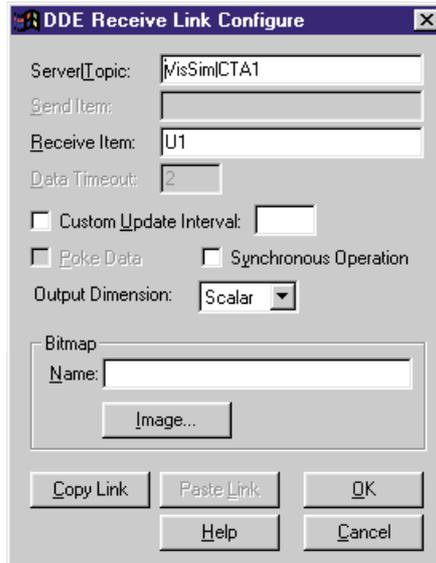


Рис. 8. Настройка параметра U1 DDE-клиента (VisSim)

ниями) являются:

- расход сырья (Gc);
- температура сырья (Tc);
- состав сырья (Cc);
- расход серной кислоты (GH).

Инструктором или разработчиком задаются незашумленные значения этих параметров (GcIN, TcIN, CcIN, GHIN), к которым в системе моделирования добавляется Гауссов шум (GcOU, TcOU, CcOU, GHOU — зашумленные значения).

Структура и параметры передаточных функций в представленном примере (рис. 7) взяты произвольно, воспроизведена лишь структура каналов объекта управления [1].

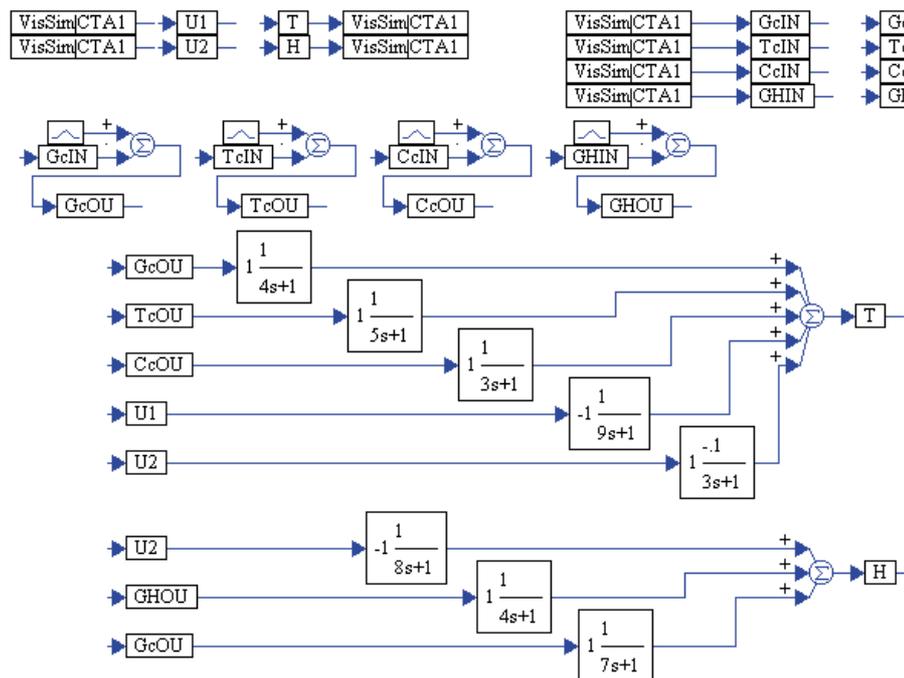


Рис. 7. Диаграмма модели реактора в пакете VisSim

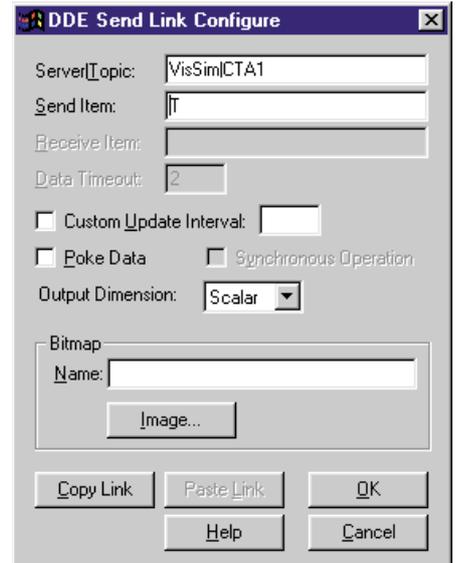


Рис. 9. Настройка параметра T DDE-сервера (VisSim)

В верхней части диаграммы отражена интерфейсная часть. На рис. 8 и 9 представлено, как настраиваются входной (U1) и выходной (T) параметры.

К параметрам GcIN, TcIN, CcIN, GHIN добавляется Гауссов шум, для которого задаются математическое ожидание и дисперсия (рис. 10).

Настройка параметров передаточных функций не вызывает затруднений (рис. 11).

При настройке параметров моделирования (рис. 12) установим значительное время моделирования (1000 с) и укажем, что моделирование осуществляется в реальном времени.

Теперь в пакете Genie создадим стратегию, состоящую из задания и экранной формы.

В задании согласуем интерфейс с диаграммой VisSim (рис. 13).

Связь с рассмотренными параметрами здесь будет осуществляться средствами DDE-обмена пакета Genie (рис. 14, 15).

В экранной форме предусмотрим возможность изменения и отображения всех параметров системы управления (рис. 16).

Вот и все. Система готова к работе.

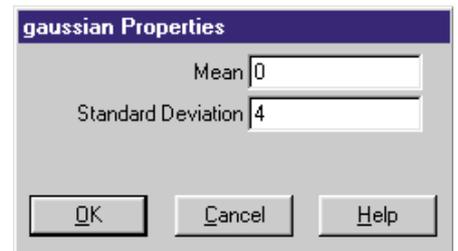


Рис. 10. Настройка параметров блока Гауссова шума

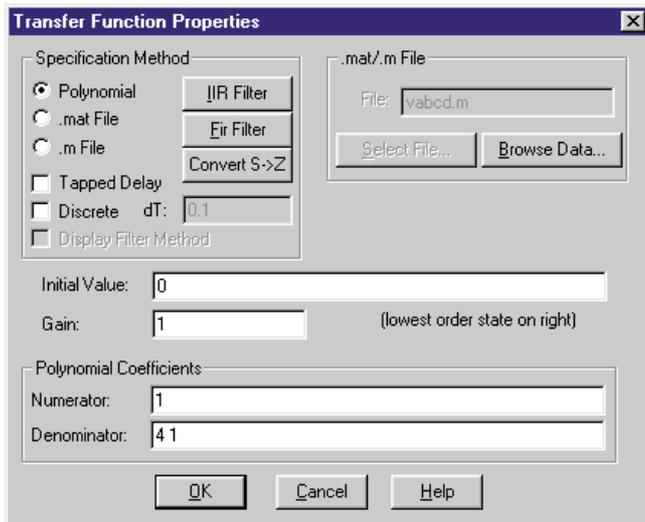


Рис. 11. Настройка блока — передаточная функция

Заключение

Приведенные примеры показывают, что с использованием пакетов Genie и VisSim (или аналогичных) могут быть

сложности в реальном времени и имитации сигналов с датчиков позволяет сделать вывод о том, что взаимодействие пакетов MMI/SCADA и визуального моделирования по интерфейсу DDE — идеальное средство при обработке проектов АСУ ТП сложных технических объектов. ●

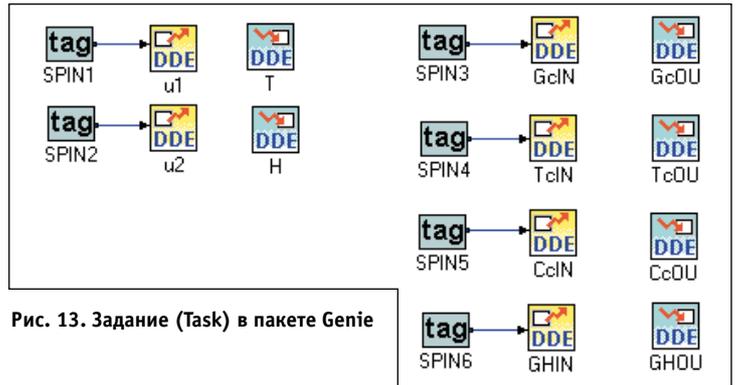


Рис. 13. Задание (Task) в пакете Genie

Литература

1. Алиев Р.А. Принцип инвариантности и его применение для проектирования систем управления. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 128 с.

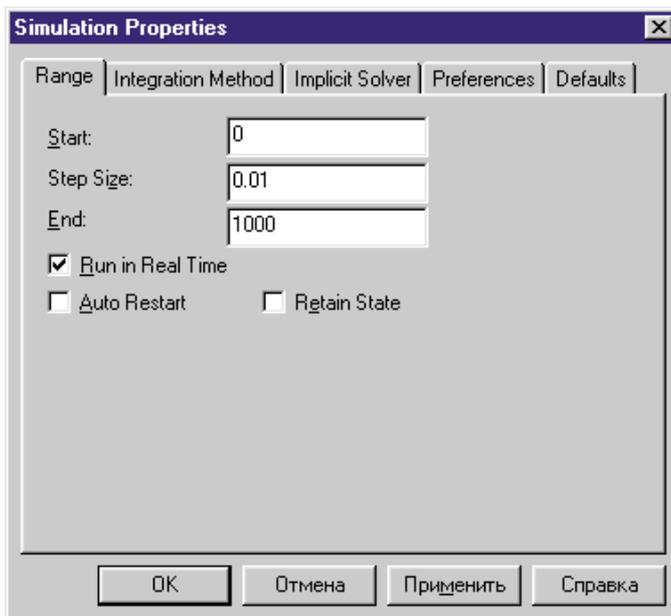


Рис. 12. Настройка параметров моделирования

достаточно просто созданы сетевые комплексы, моделирующие поведение сложных технологических процессов и позволяющие осуществлять подготовку операторского персонала в условиях, максимально приближенных к реальным. Такой подход обеспечивает в конечном счете значительное уменьшение количества аварийных ситуаций на производстве, а в случае их возникновения более квалифицированные действия персонала позволят минимизировать экономические и техногенные последствия таких ситуаций.

Возможность моделирования динамических объектов управления любой

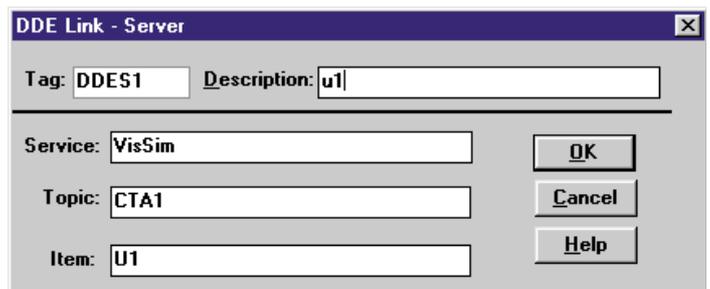


Рис. 14. Настройка параметра U1 DDE-сервера (Genie)

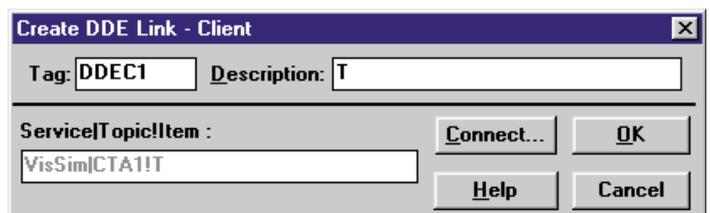


Рис. 15. Настройка параметра T DDE-клиента (Genie)

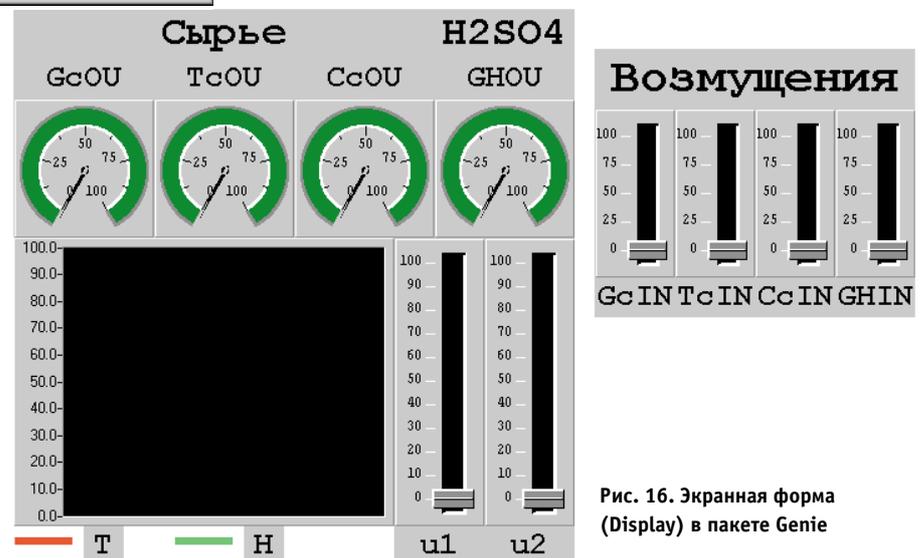


Рис. 16. Экранная форма (Display) в пакете Genie