

Применение САПР СИНТАР в энергетической отрасли

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,
ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко*

Описан опыт многолетнего применения САПР семейства СИНТАР для разработки программного обеспечения АСУ ТП атомных и тепловых электростанций. Рассмотрены типовая структура энергоблока АЭС и использование возможностей СИНТАР в системе управления. Показаны эволюция инструментальных средств семейства СИНТАР и влияние сотрудничества со специалистами энергетической отрасли. Приведены данные о внедрениях ПО АСУ ТП, разработанного в среде СИНТАР. Выделены основные аспекты эффекта использования продуктов семейства СИНТАР.

Ключевые слова: АЭС, ТЭС, САПР АСУ ТП, Softlogic, программируемый контроллер, программное обеспечение, регулятор, сигнал, база данных.

Введение

Харьковское предприятие ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко успешно использует продукты семейства САПР СИНТАР [1, 2] для разработки программного обеспечения АСУ ТП атомных и тепловых электростанций начиная с 2003 года. Многие проекты, использующие СИНТАР, были разработаны ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко совместно с такими предприятиями этой отрасли, как ОАО «Турбоатом» (Харьков), ЛьвовОРГРЭС (Львов), ЗАО Техэнерго (Львов)."

Многолетнее сотрудничество разработчиков и пользователей САПР СИНТАР оказалось плодотворным для обеих сторон. Разработчики САПР получили ряд перспективных идей и требований, которые стимулировали развитие семейства СИНТАР, а предприятия-пользователи – программные продукты, которые позволяют в кратчайшие сроки разрабатывать качественное ПО, отвечающее всем современным требованиям.

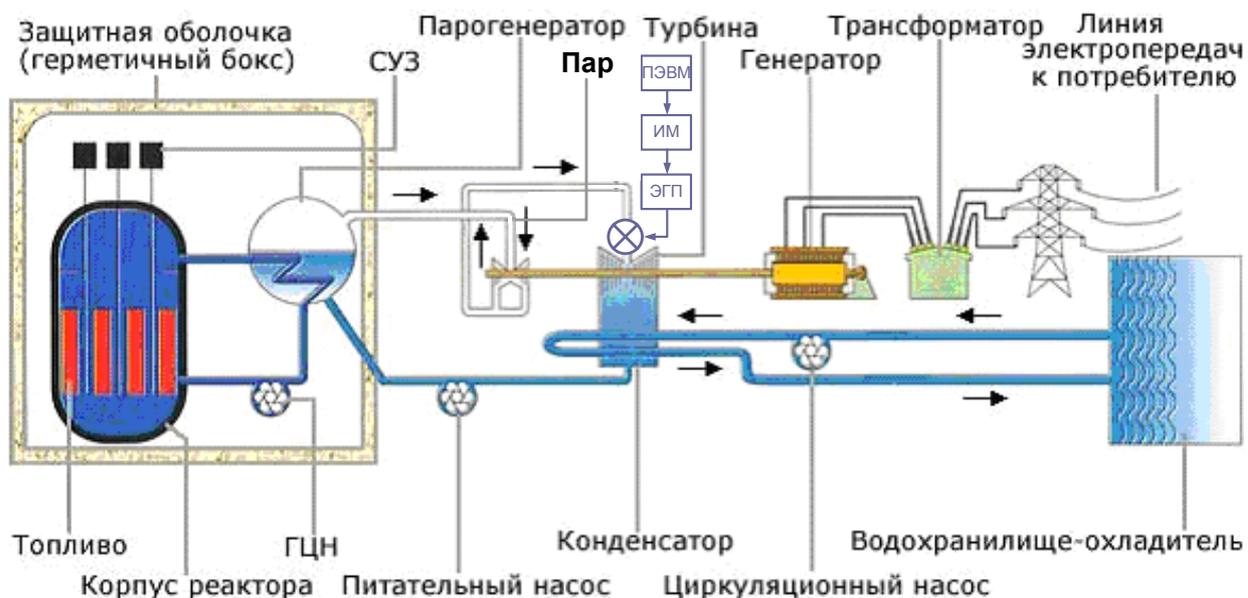


Рис. 1. Схема энергоблока АЭС

АСУ ТП атомной или тепловой электростанции – это крупномасштабная распределенная система, которая характеризуется большим объемом оборудования (шкафы управления, датчики, исполнительные механизмы, модули ввода/вывода, программируемые контроллеры, рабочие станции, коммуникационная аппаратура и т.п.), огромным количеством связей между элементами, интенсивным взаимодействием компонентов в реальном времени и, как результат, большим объемом обрабатываемых данных. На рис. 1 показана общая схема энергоблока АЭС. Ниже мы рассмотрим в общих чертах, что представляет собой подобная система на примере АСУ энергоблока атомной электростанции.

Структура АСУ ТП АЭС

В качестве конкретного примера рассмотрим программно-технический комплекс (ПТК) информационно-управляющих систем нормальной эксплуатации, важных для безопасности турбинного и реакторного отделений первой очереди Южноукраинской АЭС (далее – ИУС СНЭВБ).

ПТК ИУС СНЭВБ предназначен для контроля, управления и регулирования технологического оборудования систем СНЭВБ в пусковых и эксплуатационных режимах и решает следующие задачи:

- автоматическое регулирование технологических параметров;
- контроль технологических параметров;
- автоматическое регулирование турбины;
- контроль механических величин турбины;
- автоматизированное программное логическое управление пуском и остановом;
- дистанционное управление исполнительными механизмами;
- технологические блокировки и защиты;
- предупредительная и аварийная сигнализация;
- размножение аналоговых сигналов для смежных систем;
- индикация состояния ИУС и исполнительных механизмов на средствах блочного щита управления;
- подготовка и передача в блочную ИВС информации о состоянии ИУС, датчиков и исполнительных механизмов;
- техническое диагностирование;
- формирование и выдача данных об обнаруженных исходных событиях, командах защитных действий, их запрете или отключении;
- хранение данных в оперативном, суточном и долговременном архивах, отображение текущей и архивной информации на мониторах компьютерных станций и её регистрация в форме отчетов;
- диалоговая установка характеристик систем управления.

Перечисленные задачи разделены между подсистемами нижнего и верхнего уровней. На нижнем уровне реализуются подсистемы:

- контроля и измерения параметров турбинного и реакторного отделений;
- автоматического регулирования турбинного и реакторного отделений;
- технологических защит турбинного отделения;
- дистанционного управления и блокировок турбинного и реакторного отделений;
- технологической сигнализации турбинного и реакторного отделений;

- локальных сетей нижнего уровня.

Каждая подсистема размещается в одном или нескольких шкафах управления (ШУ).

Верхний уровень включает:

- серверы;
- инструментальные системы;
- шлюзовые станции;
- рабочие места инженеров управления турбиной и реактором;
- локальные сети верхнего уровня.

Связи между подсистемами нижнего уровня и между нижним и верхним уровнями осуществляются по резервированным локальным сетям.

Программное обеспечение делится на базовое, функциональное, технологическое и инструментальное (рис. 2).

Базовое ПО нижнего уровня включает программы:

- модулей ввода/вывода;
- диагностики и контроля аппаратных и программных средств;
- операторских панелей шкафов управления;
- обмена данными с модулями ввода/вывода;
- резервирования;
- обмена данными с ПТК верхнего уровня.

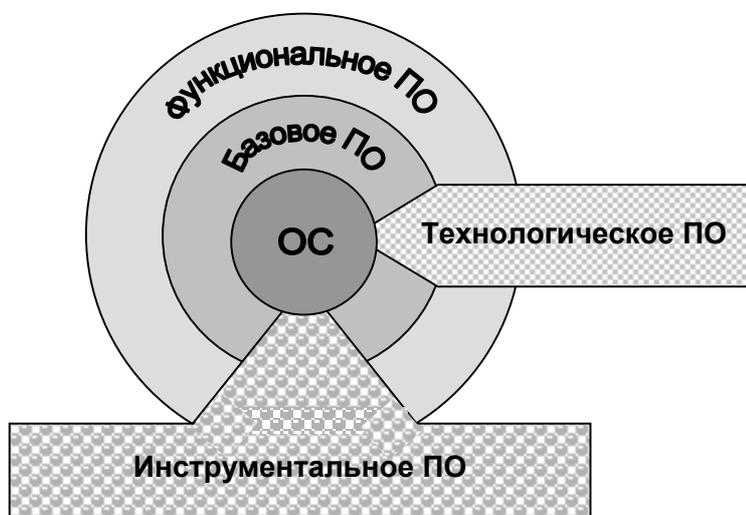


Рис. 2. Структура программного обеспечения АСУ ТП

Базовое ПО верхнего уровня включает программы:

- редактирования технологических видеокадров и мнемосхем;
- формирования массивов отображения на мониторах ПК;
- регистрации, архивирования и документирования технологических данных;
- сетевых обменов;
- диалога с оператором ПК.

Функциональное ПО нижнего уровня включает программы реализации алгоритмов работы подсистем нижнего уровня.

Функциональное ПО верхнего уровня включает:

- фрагменты (видеокадры и др.) отображения процессов управления, регулирования и контроля оборудования энергоблока;
- массивы обмена входными/выходными сигналами по шкафам управления;
- программы формирования массивов информации для передачи в другие системы.

Инструментальное ПО представляет САПР СИНТАР, а также редактор фрагментов верхнего уровня.

Технологическое ПО включает программы тестовых проверок шкафов управления при техническом обслуживании.

Использование возможностей СИНТАР

СИНТАР используется для разработки функционального и базового ПО нижнего уровня. Тем не менее САПР СИНТАР позволяет не только автоматизировать разработку, отладку и испытания ПО, но и спроектировать АСУ ТП в целом. Такие возможности предоставляет конфигуратор СИНТАР [2, 5].

Разработка АСУ начинается с проектирования программно-аппаратной конфигурации, которая содержит:

- описание иерархической структуры оборудования (подсистемы, шкафы, вычислительные узлы, устройства ввода/вывода, контакты);
- локальные сети, связывающие элементы оборудования;
- сетевые адреса узлов;
- сигналы, передаваемые по линиям связи, и их аппаратные адреса;
- размещение программных разделов на вычислительных узлах;
- связь программных разделов с задачами;
- платформу (ОС) и выходной язык программирования для каждого вычислительного узла.

Эта многообразная информация вводится с помощью визуального интерфейса, который отображает структуру оборудования в виде дерева, а локальные сети – в виде иерархии схем, построение которых происходит автоматически по заданным связям между элементами оборудования. Процессы описания элементов оборудования, размещения сигналов и программ наглядны и хорошо автоматизированы.

Для типовых элементов многократного применения, таких, как устройства ввода/вывода, используется возможность создания каталога устройств. Этот каталог можно импортировать из одной конфигурации в другую.

Каждый шкаф управления по умолчанию связывается с отдельной базой данных описания сигналов. Идея создания общей базы данных (БД) для всего проекта была отброшена: она не обеспечивает разделения ответственности между организациями при коллективной разработке проекта.

СИНТАР обеспечивает слияние частей проекта, разработанных на разных рабочих местах и в различных организациях.

Базы данных описания сигналов используются программами базового и функционального ПО нижнего и верхнего уровней. Это не удивительно – сигналами принято считать любые данные, передаваемые по локальным сетям АСУ ТП. Из-за больших объемов данных (в одном ШУ обрабатывается в среднем около 2000 сигналов) методам автоматизации ввода описания сигналов и контроля целостности на уровне всей системы [2] уделяется много внимания, особенно в последних версиях СИНТАР.

Работу с базами данных описания сигналов обеспечивает редактор сигналов СИНТАР. Его основные функции описаны в работе [3]. Разработчик АСУ имеет возможность определить структуру типов сигналов (каждый тип имеет свой набор свойств) и описать правила автоматической генерации подчиненных сигналов при вставке/удалении/изменении главного сигнала. Это может быть сделано индивидуально для каждого шкафа.

В настоящее время определено 17 типов сигналов. Некоторые из них, например аналоговые входы (AI), имеют более двух десятков свойств. Для четырех типов определены правила автогенерации. Например, при вставке одного сигнала типа AI генерируется более 20 подчиненных сигналов различных типов.

Автогенерация набора сигналов, связанных с типовым программным блоком, пока практически не применялась. Используется гораздо более мощное средство автоматизации – локализация готового программного проекта в другом шкафу с контекстной заменой имен сигналов [4].

Разработку программ обеспечивает редактор программ СИНТАР, который поддерживает графический язык FBD (в соответствии со стандартом МЭК 61131-3 [6]) и текстовые языки (C++, объектный Паскаль). Более подробно средства программирования СИНТАР описаны в работе [7].

Учитывая широкое применение программных элементов многократного использования, в ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко сложился определенный стиль программирования. Этот стиль заключается в следующем:

- 1) создании библиотек с преимущественным использованием текстовых языков для подпрограмм и методов классов;
- 2) отработке библиотек на тщательно подобранных примерах;
- 3) сборке функциональных программ из библиотечных подпрограмм и объектов библиотечных классов с использованием графического языка.

Библиотеки используются совместно всеми предприятиями соразработчиками проекта. При переходе на новый проект библиотеки практически не изменяются.

Этот стиль поощряется средствами визуального объектного и нисходящего программирования СИНТАР и дает высокую производительность разработки. Несмотря на то, что СИНТАР поставляется с довольно приличной библиотекой, специалистами ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко она была пересмотрена: удалены неиспользуемые элементы и добавлены новые. В настоящее время типовая библиотека содержит около 70 классов и около 50 подпрограмм многократного использования.

В частности, специалисты ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко разработали систему классов для программирования типовых регуляторов, которые управляют исполнительными механизмами регулирующих клапанов. Регуляторы используются во

всех подсистемах ПО нижнего уровня, включающих алгоритмы регулирования, и подразделяются на статические и астатические, одно- и двухклапанные.

На рис. 3 показана FBD-схема метода SR класса TSR1 одноклапанного статического регулятора.

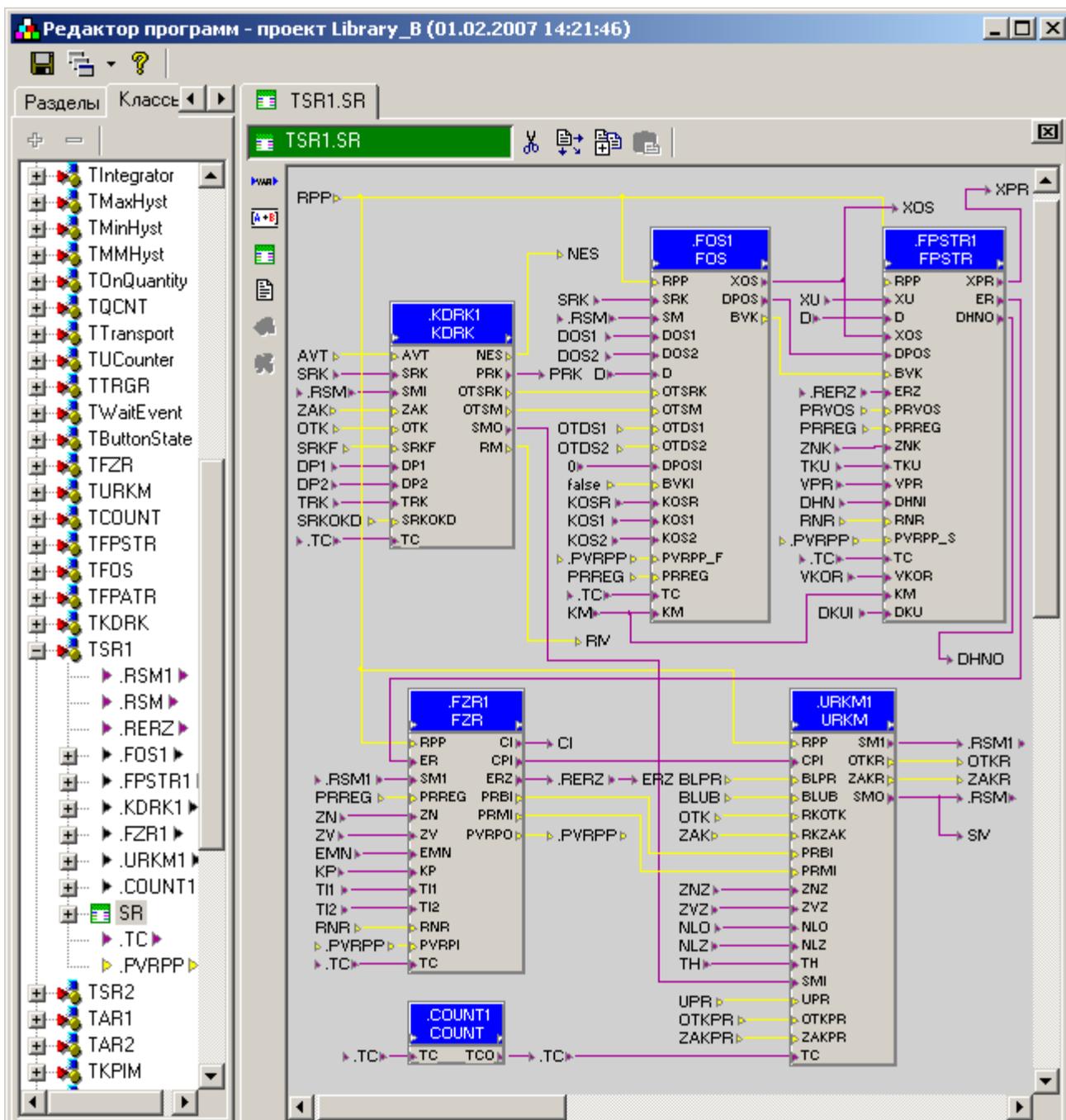


Рис. 3. Пример использования классов

Блоки, показанные на схеме, представляют методы полей класса TSR1. Каждое поле является объектом соответствующего класса (структура классов видна на левой панели).

Класс TKDRK осуществляет контроль исправности регулирующего клапана путем сравнения моделируемого положения и показаний реального датчика положения, а также анализа сигналов от концевых выключателей.

Класс TFOS в зависимости от типа объекта регулирования обеспечивает формирование сложной обратной связи, учитывающей величину регулируемого параметра, положение регулирующего клапана и корректирующие параметры, что дает возможность построить одноимпульсную, двухимпульсную и трехимпульсную схемы регулирования.

Класс TFPSTR формирует программу, обеспечивающую безударное включение регулятора, и осуществляет изменение программного значения до уровня уставки. В зависимости от способа регулирования (“до себя” или “после себя”) определяется рассогласование между программным значением X_{pr} и величиной обратной связи регулятора X_{os} .

Класс TFZR обеспечивает формирование суммарного управляющего воздействия в соответствии с П-, ПИ-, ПИД-законами регулирования. Выбор закона регулирования осуществляется путем задания ненулевого коэффициента при той или иной его составляющей, причем дифференциальная составляющая может формироваться либо по текущему значению регулируемого параметра, либо по величине рассогласования.

Класс TURKM формирует серии импульсов на исполнительный механизм, а также включает модель исполнительного механизма, которая обеспечивает при нулевом рассогласовании компенсацию интегральной составляющей закона регулирования. Модель позволяет обеспечить контроль работоспособности регулирующего клапана путем сравнения сигналов от реального датчика положения клапана и модели.

Даже простое перечисление функций регулятора дает некоторое представление об объеме его внутреннего состояния (интегральные составляющие, различные счетчики, элементы модели и т.п.). Если не использовать классы, то создание одной программы на все экземпляры регулятора потребовало бы передачи всех элементов внутреннего состояния конкретного экземпляра в виде параметров. Это неоправданный расход памяти и времени плюс хороший источник ошибок: соответствие между формальными и фактическими параметрами устанавливает программист, и когда количество параметров гораздо больше десятка – вывод напрашивается сам собой.

Инструментом разработки части базового ПО, зависящей от конкретного оборудования и сигналов, являются скрипты и шаблоны. СИНТАР содержит собственный язык скриптов, а также поддерживает скрипты на языке php. Шаблон модуля базового ПО кроме обычных параметров может содержать SQL-запросы к базам данных. Благодаря тому, что СИНТАР использует для хранения всех проектных данных SQL-СУБД, с помощью запросов можно извлечь из БД любую информацию. При подстановке одна строка шаблона преобразуется в n строк, где n – количество записей, полученных в результате запроса. Поскольку шаблоны, как правило, применяются для программирования массовой обработки сигналов, величина n может достигать нескольких сотен. В результате мы имеем весьма эффективный способ автоматизированной генерации программ базового ПО.

Отладочные средства СИНТАР – удаленная и визуальная отладка [8] - используются в меньшей степени, поскольку основным инструментом отладки и испытаний в ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко являются средства отображения и архивирования технологических данных верхнего уровня. Тем не менее, возможность СИНТАР подключаться к серверу технологических данных для отображения текущих значений сигналов на FBD-схемах в реальном времени используется достаточно активно.

Эволюция семейства СИНТАР

Первый **СИНТАР** был разработан сотрудниками кафедры информационных технологий проектирования Харьковского авиационного института в 1993 г. по заказу НПО «Хартрон». Эта система поддерживала программирование на языке FBD и генерировала программы на ассемблере для 8-битного микропроцессора Intel 8051, которые работали под управлением ОС собственной разработки. Сам СИНТАР был разработан в системе Clipper под MS DOS. Система была использована для разработки АСУ ТП домны №5 Алчевского металлургического комбината (г. Алчевск, Украина).

Сотрудничество между ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко и кафедрой информационных технологий проектирования ХАИ началось в 1994 г. созданием **САПР АЭС**. На самом деле это была далеко не САПР, а пакет средств автоматизации отдельных, наиболее рутинных и ошибкоемких операций. Дополнительно в 1995 г. был разработан автономный редактор сигналов, рассчитанный на работу с базами данных dBase III. Эта система использовалась в разработке ПО Нововоронежской, Балаковской, Игналинской, Запорожской и Южноукраинской АЭС.

В 1997 г. была разработана версия семейства СИНТАР – **СИНТАР-2**. Несмотря на то, что она не была использована ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко, это был важный этап эволюции семейства. СИНТАР-2 представляет собой интегрированную среду разработки ПО нижнего (Softlogic) и верхнего (SCADA) уровней. Средства программирования включают кроме языка FBD текстовые языки Логар и Паскаль. Дополнительно к функциональным блокам в FBD введены открытые процедуры и операторы. Выходным языком генерируемых целевых программ является объектный Паскаль. Имеются также: табличный интерфейс описания аппаратуры; шаблоны для разработки драйверов устройств; девять фиксированных типов сигналов, используемых для настройки системных программ; обширная встроенная библиотека программных функций с возможностью расширения пользователем; удаленный отладчик с возможностью наблюдения и изменения значений переменных в заданных заранее (до генерации программ) точках останова. Целевые программы работают под управлением MS DOS и для выполнения функций реального времени используют специально разработанную библиотеку (БРВ). БРВ обеспечивает невытесняющую многозадачность, управление сетевым обменом и обменом с устройствами ввода/вывода, отладочными функциями, обработкой ошибок.

SCADA-компонент обеспечивает все основные функции верхнего уровня: построение видеокладов, средства отображения и управления технологическими данными, их архивирования, просмотра и обработки, регистрации событий.

Softlogic-компонент СИНТАР-2 работает под управлением MS DOS, что, безусловно, ограничивает его возможности.

Тем не менее СИНТАР-2 использовался и продолжает использоваться несколькими организациями. С его помощью разработано ПО АСУТП около четырех десятков объектов, в том числе довольно крупных: коксовые батареи №5 и №8 Новолипецкого металлургического комбината, (г. Липецк, Россия) и нефтеперекачивающая станция Пролетарская (г. Кременчуг, Украина).

В 2000 г. появилась версия ***СИНТАР-2А***, приспособленная для разработки программного обеспечения автоматических телефонных станций. Она была разработана по заказу ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко для разработки малономерных и полнообъемных АТС семейства «Донец-5». В этой САПР используется только Softlogic-часть СИНТАР-2. Специфика области применения поддерживается дополнительным графическим языком конечных автоматов, который является стандартом для описания алгоритмов управления АТС, и динамическим созданием экземпляров программных разделов для обслуживания разговоров, которые возникают во времени случайным образом.

В 2003 г. по техническому заданию ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко был разработан **САПР ПО нижнего уровня СИНТАР-3**. Это была полностью новая система, разработанная на языке Borland Delphi и рассчитанная на работу под управлением MS Windows, начиная с Windows 98. Она поддерживает 2 языка программирования: FBD и Паскаль. Язык FBD расширен процедурами. Пользователь может определять собственные типы данных и классы. С появлением пользовательских классов функциональные блоки заменены общим понятием объекта. Если функциональный блок – это частный случай объекта с одним методом, то объект общего вида, поддерживаемый СИНТАР-3 и более поздними версиями, может иметь произвольное количество методов и полей, в том числе полей-объектов других классов. Для доступа к проектным данным используется СУБД Interbase.

Полностью изменилась концепция библиотеки программных элементов: теперь в ее роли может выступать любой программный проект или его часть. Это означает, что любой элемент проекта (процедура, функция, тип данных или класс) может использоваться другими проектами, но модификации этого элемента возможны только в исходном проекте, поскольку его описание существует в единственном экземпляре.

Изменилась концепция сигнала: под сигналами понимаются любые данные, которыми обмениваются субъекты коммуникации (узлы сети, контроллеры и устройства связи с объектом управления). Предусмотрено 15 фиксированных типов сигналов. Все особенности, связанные с датчиками, преобразователями, первичной обработкой, резервированием и т.д., описываются как свойства сигналов определенных типов. Сигналы из БД импортируются в программные проекты в виде глобальных переменных.

Разработана подсистема описания аппаратных средств, используемая для визуального построения структуры оборудования, определения аппаратных адресов и связывания сигналов с элементами аппаратуры. В результате связывания БД сигналов автоматически дополняется аппаратными адресами сигналов.

Впервые выделен отдельный этап проектирования – построение конфигурации, который позволяет размещать задачи на узлах локальных сетей. Реконфигурация не требует модификации ПО.

Средства отладки и испытаний дополнены визуальным отладчиком, который позволяет следить за изменением значений переменных непосредственно на схемах FBD, динамически вводить точки останова, выполнять программы в пошаговом и автоматическом режимах, корректировать значения в процессе выполне-

ния, перемещаться по стеку вызовов подпрограмм, отображать графики и историю значений переменных, накапливать статистические данные. Для поддержки испытаний реализована связь с сервером данных верхнего уровня, которая позволяет наблюдать изменение значений переменных на схемах FBD.

В процессе эксплуатации СИНТАР-3 специалистами ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко был выдвинут ряд идей, повысивших уровень автоматизации и расширивший функциональность САПР. К ним относятся:

- два метода автоматической генерации сигналов ;
- управление автогенерацией с помощью выделенного свойства сигнала;
- визуальный интерфейс связывания сигналов с элементами оборудования;
- использование данных из БД в шаблонах программ базового ПО;
- параметризованные пакеты шаблонов (командные файлы);
- интерфейс определения межстоечных сигналов;
- динамическое отображение данных сервера верхнего уровня на FBD-схемах.

С целью дальнейшего совершенствования АСУ ТП АЭС заказчик в 2006 г. выдвинул предложение использовать для управления работой контроллеров OSCPВ QNX. В результате появилась версия **СИНТАР-3МП**, которая обеспечила использование двух платформ (DOS и QNX) и генерацию программ на двух выходных языках – объектном Паскале и C++. Начиная с этой версии СИНТАР поддерживает два входных текстовых языка: Паскаль и C++.

Версии СИНТАР-3 модифицируются и совершенствуются до настоящего времени. Список атомных и тепловых электростанций, на которых они были внедрены, приведен ниже. Поскольку атомная энергетика предъявляет высокие требования к качеству и безопасности программного обеспечения, в том числе инструментального, версии САПР СИНТАР ежегодно проходят сертификационные испытания и получают сертификаты соответствия основным стандартам данной отрасли.

В 2007-2008 г. г. как ответ на возросшие требования к качеству и функциональности был разработан новый продукт семейства – **СИНТАР 2007** [2]. Благодаря принятой в нем концепции разработки как совокупности всех проектных данных (БД сигналов, программ и конфигураций) появилась возможность не только проектировать АСУ в целом как единую структуру, но и автоматически учитывать влияние изменений в одной части системы, на другие ее части. Например, удаление сигнала из некоторой БД сигналов влечет за собой автоматическое удаление его из БД конфигураций и негодующие высказывания редактора программ и генератора программ, а размещение сигналов на линии связи между двумя шкафами конфигурации ведет к автоматическому импорту этих сигналов из БД сигналов шкафа-источника в БД сигналов шкафа-потребителя. Порядок работ поставлен с головы на ноги: сначала построение конфигурации всей системы, затем – разработка ее отдельных частей. Такой подход соответствует методологии нисходящего проектирования и исключает дублирование проектных данных, неизбежно возникавшее в более ранних версиях СИНТАР. Описание структуры оборудования теперь входит в процесс построения конфигурации, что позволило исключить подсистему описания аппаратуры и связанные с ней базы данных. Основные черты СИНТАР 2007 обсуждаются выше, в разделе «Использование возможностей СИНТАР».

Внедрение

В приведенной ниже таблице использованы такие сокращения: АСР– автоматизированная система регулирования; АСУТ – втоматизированная система управления турбоустановкой; РО – реакторное отделение; ТО – турбинное отделение; САР– система автоматического регулирования; СДКП – система дистанционного контроля перемещений трубопроводов; СКМВТ – система контроля механических величин турбины; СКРЗТ – система контроля регулирования и защит турбины; СРТ – система регулирования турбины; СТЗ – система технологических защит; СТК – система температурного контроля; УСБ – управляющая система безопасности.

Объект	Энерго-блок	Комплект поставки	Дата внедрения	Кол-во шкафов
Ровенская АЭС (Украина)	4	2 комплекта САР (в объеме САР ТО, САР РО)	2003-2004	22
	3	2 комплекта САР РО (СНЭ и УСБ)	2007	6
	3	Комплект ПТК САР УСБ1 РО	2008	2
	3	Комплект ПТК САР ТО	2009	12
	3	Комплект ПТК САР УСБ3 РО	2009	2
Запорожская АЭС (Украина)	4	Типопредставитель АСР ТО	2003-2004	1
	3	Комплект СКМВТ	2004	1
	2,3,4	Комплект ПТК АСР ТО	2005-2006	35
	2	Комплект ПТК САР УСБ	2006	2
	1	Комплект СКМВТ	2006	1
	5	Комплект ПТК АСР ТО (1-й этап)	2006	16
	4	Комплект СКМВТ	2007	1
	2	Комплект ПТК САР УСБ1	2007	2
	5	Комплект ПТК САР ТО (2-й этап)	2007	16
Балаковская АЭС (Россия)	3	Комплект ПТК САР ТО (1-й этап)	2005	6
	3	2 комплекта ПТК САР ТО (2,3-й этапы)	2006-2007	6
	3	3 комплекта ПТК САР ТО (4,5,6-й этапы)	2008	6
АЭС "Кайга" (Индия)	3,4	2 комплекса АСУТ (в объеме САР, СТЗ, СРТ)	2004-2005	14
	3,4	2 комплекса СТК	2004-2005	2
	3,4	2 комплекса (СКМВТ)	2004-2005	2
АЭС "РАПП" (Индия)	5,6	2 комплекса АСУТ (в объеме САР, СТЗ, СРТ)	2004-2005	14
	5,6	2 комплекса СКМВТ	2004-2005	2
	5,6	2 комплекса СТК	2004-2005	2
Хмельницкая АЭС (Украина)	1	Комплект ПТК САР РО (СНЭ)	2006	4
	2	Комплект ПТК САР ТО	2008	14
Калининская АЭС (Россия)	1,2	2 комплекта ПТК САР ТО (1-й этап)	2008	8
Ростовская АЭС (Россия)	2	Комплект ПТК СДКП РО	2009	2
ТЭС ОАО "Воткинский завод" (Россия)		ПТК СКРЗТ-4	2006	1
ТЭЦ ОАО «Запорожсталь» (Украина)		Комплекс ПТК СРТ-35	2007	1
ТЭС (Литва)		ПТК СКРЗТ-8	2007	1
Ладыженская ТЭС (Россия)	1	ПТК СКМВТ	2007	1
Зуевская ТЭС (Украина)	2	Комплект ПТК СКМВТ	2008	1
	1	Комплект ПТК СКМВТ	2009	1
Всего:				224

Выводы

На протяжении 17 лет специалистами кафедры информационных технологий проектирования создается семейство САПР СИНТАР. Каждый продукт этого семейства представляет собой законченную систему, нашедшую применение в различных отраслях промышленности. Возможности продуктов постоянно расширяются и совершенствуются.

Наиболее широкое распространение в энергетической отрасли получили САПР СИНТАР-3 и СИНТАР-3МП, разработанные в результате сотрудничества с ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко. САПР СИНТАР 2007 сконцентрировала в себе весь накопленный опыт разработки семейства и перспективные идеи ведущих специалистов ГП ХПЗ им. Т.Г. Шевченко. Этот программный продукт отвечает современным требованиям к функциональности и качеству систем такого класса.

СИНТАР обеспечивает единую технологическую дисциплину процесса коллективной разработки ПО АСУ ТП, позволяет спроектировать общую структуру распределенной системы, предоставляет высокий уровень автоматизации на основе специально разработанных методов, поддерживает визуальное проектирование всех компонентов проекта и объектное программирование. Применение СИНТАР дало возможность реализовать технологию создания программно-математического обеспечения сложных программно-технических комплексов, включая этапы верификации, силами алгоритмистов-технологов предприятия. При этом высвободилась значительная часть программистов, существенно уменьшилось количество ошибок связанных с человеческим фактором, а также увеличилась производительность разработки ПО АСУ ТП в 3 раза.

Список литературы

1. САПР АСУ ТП СИНТАР-2В./ А.С. Гристан, А.И. Кривоносов, Т.В. Рыбальченко, В.Г. Сухоребрий // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – Вып. 4. - Х., 1999. - С. 61 - 67.
2. Сухоребрий В.Г. СИНТАР-3 и СИНТАР 2007: сравнительный анализ систем разработки контроллерного ПО / В.Г. Сухоребрий, А.С. Гристан, Д.В. Джулгаков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – Вып. 38. - Х., 2008. - С. 170 - 176.
3. Сухоребрий В.Г. Базы данных сигналов в среде СИНТАР 2007 / В.Г. Сухоребрий, А.С. Гристан, Д.В. Джулгаков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – Вып. 39. - Х., 2008. - С. 215 - 223.
4. САПР СИНТАР-3. Начало реализации концепции построения перспективных САПР систем сбора информации и управления технологическими процессами/ В.Г. Сухоребрий, А.С. Гристан, В.Г. Джулгаков, Д.В. Джулгаков // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – Вып. 21. - Х., 2004. - С. 83 – 91.
5. Управление конфигурацией в СИНТАР-3 / В.Г. Сухоребрий, А.С. Гристан, В.Г. Джулгаков, и др. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – Вып. 24. - Х., 2004. - С. 250 - 256.

6. International standard 1131-3, Part 3: Programming languages, IEC, Division Automatismes Programmables, First edition, 1993.
7. Сухоробрый В.Г. Визуальное объектное программирование промышленных контроллеров / В.Г. Сухоробрый, А.С. Грнстан, В.Г. Джулгаков, и др. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – Вып. 24. - Х., 2004. - С. 224 - 230.
8. СИНТАР-3 Моно – САПР для одномашинной АСУ / В.Г. Сухоробрый, А.С. Грнстан, В.Г. Джулгаков, и др. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – Вып. 24. - Х., 2004. - С. 257 - 262.

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. О.Е. Федорович, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

Поступила в редакцию 07.09.09.

Застосування САПР СИНТАР в енергетичній галузі

Описано досвід багаторічного застосування САПР сім'ї СИНТАР для розроблення програмного забезпечення АСУ ТП атомних і теплових електростанцій. Розглянуто типову структуру енергоблока АЕС і використання можливостей СИНТАР у системі управління. Показано еволюцію інструментальних засобів сім'ї СИНТАР і вплив співробітництва з фахівцями енергетичної галузі. Наведено дані про впровадження ПЗ АСУ ТП, розробленого в середовищі СИНТАР. Виділено головні аспекти ефекту використання продуктів сім'ї СИНТАР.

Ключові слова: АЕС, ТЕС, САПР АСУ ТП, Softlogic, програмований контролер, програмне забезпечення, регулятор, сигнал, база даних.

Using SINTAR CAD in power engineering

The experience of SINTAR CAD family long-term using for atomic and thermoelectric power station control software development is described. The typical atomic station power unit structure and the using of SINTAR features in control system are considered. The SINTAR family tool kit evolution and cooperation with power engineering specialist influence is shown. SINTAR developed industrial control introduction data are listed. The basic aspects of SINTAR family product using effect are emphasized.

Keywords: atomic power station, thermoelectric power station, industrial control CAD, softlogic, programmable controller, software, regulator, signal, database.