

Также получены зависимости для выбора коэффициента длительности импульса и зоны возврата релейного звена в составе регулятора, позволяющие установить желаемую длительность импульса. На основе полученных результатов выполнена оптимизация настройки контура регулирования САР БРУ-К и разработаны рекомендации для ее осуществления.

На рис. 6 приведены графики переходных процессов, полученные при опробовании модернизированной САР БРУ-К на ТГ-5 энергоблока № 3 Кольской АЭС.

Динамические испытания ПТК САР БРУ-К, проведенные на испытательном стенде ЗАО "Автоматика Э", а также функциональное апробирование на энергоблоке № 3 Кольской АЭС модернизированной САР БРУ-К подтвердили выполнение требований к функционирующей системе в требуемых эксплуатационных режимах.

Следует отметить, что высокий уровень диагностики состояния технических средств ПТК, технологического оборудования и объекта управления, реализованный при построении ПТК САР БРУ-К, а также возможность регистрации и архивирования событий, возникающих в системе, позволяют повысить

показатели надежности и улучшить качество протекания динамических режимов на энергоблоке.

Модернизированная САР БРУ-К на средствах цифровых регуляторов ВЛР-2.1 введена в промышленную эксплуатацию на энергоблоке №3 Кольской АЭС в июне 2010 г.

Список литературы

1. Иванов В.А. Регулирование энергоблоков. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1982.
2. Требования к управляющим системам, важным для безопасности атомных станций. НП-026-04. М.: Техноратив, 2007.
3. Трофимов А.И., Егунов Н.Д., Слекенич Я.В. Принципы построения автоматических регуляторов теплоэнергетических процессов АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1999.
4. Раскин Е.М., Денисова Л.А., Федосеев М.И. Инструментальный комплекс проектирования систем управления ЯЭУ на базе средств СПА-ПС. / Математические модели для исследования и обоснования характеристик оборудования и ЯЭУ в целом при их создании и эксплуатации: тез. докл. семинара НТС Минатома России "Динамика, теплогидравлика и безопасность реакторов и АЭС". – Гатчина: НИТИ, 2000. – С. 175-177.

Раскин Евгений Михайлович – канд. техн. наук, директор ЗАО "Автоматика-Э".

Денисова Людмила Альбертовна – канд. техн. наук,

доцент кафедры "Автоматизированные системы обработки информации и управления"

Омского государственного технического университета, старший научный сотрудник ЗАО "Автоматика-Э".

Контактные телефоны: (381-2) 23-23-43, 23-36-98, 23-66-77.

E-mail: raskinem@gmail.com, ladenisova@mail333.com

РАЗДЕЛЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АСУТП НА "МИКРОМОДУЛИ": ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

С.Н. Усынин (ОАО "УЭХК")

Представлен микромодульный принцип создания программного средства, предназначенного для мониторинга и сбора данных ТП, визуализации параметров ТП, управления ТП в РВ. На базе представленного подхода разработан комплекс унифицированных программных средств eXvision, примененный в различных цехах ОАО "Уральский электрохимический комбинат".

Ключевые слова: микромодули, РВ, базовые и вспомогательные модули, мнемосхемы, SCADA, HMI.

Данная статья предназначена в первую очередь для тех разработчиков АСУТП, которые по-прежнему занимаются проектированием и разработкой автоматизированных систем самостоятельно, не используя SCADA-системы. Данный подход к разработке зачастую обусловлен тем, что такие АСУТП сильно отличаются от типовых либо функциональностью, либо информационной емкостью, при этом к ним предъявляются повышенные требования по быстродействию и надежности программного кода. Применение готовых решений на базе SCADA становится затруднительным, поскольку практически отсутствуют механизмы оптимизации обработок, и существует вероятность привнесения в программы ошибок самой SCADA-системой. И, если на небольших по информационной емкости системах можно пренебречь оптимизацией обработки и добиться высокого быстродействия за счет аппаратных средств, то в системах с большим числом сложных технологических объектов уже не удастся обойтись таким решением.

Современные системы управления от года к году становятся все сложнее, на них возлагается множество функций, и, как следствие, программы становятся большими и сложными в развитии и модернизации, а также снижается их надежность за счет привнесения новых ошибок в код. Стоит отметить, что предлагаемая концепция в первую очередь относится к задачам "верхнего" уровня АСУТП, таким как интерфейс пользователя, накопление и отображение технологических параметров и сообщений регистрации, а также целому ряду прикладных сервисных задач. Возлагая повышенную функциональность на ПО, получаем помимо сложности ее сопровождения и развития еще одну большую проблему, связанную с программными ошибками в функциях, выполняемых в общем адресном пространстве программы. Использование общего адресного пространства чревато негативными последствиями, когда, казалось бы, незначительная для системы в целом функция в силу допущенной в ней критической ошибки приводит к тому, что вся программа

завершает выполнение. Одно из возможных решений проблем "общего адресного пространства" и роста программного кода рассматривается в данной статье.

Начнем с рассмотрения вопросов о том, что такое микромодульность программных средств и для чего она нужна. Ответ на данный вопрос прост и очевиден, пожалуй, только для программистов. Все дело в том, что с ростом объемов программного кода становится сложно сопровождать ПО и модернизировать его. А поиск критических ошибок, особенно тех, которые не являются систематическими, превращается для программистов в "танцы с бубном вокруг компьютера". Для упрощения процесса разработки программ и предлагается уменьшить их размеры до такого уровня, чтобы отдельный функциональный модуль целой системы представлял собой отдельную программу. В этом случае структура каждой отдельной программы будет намного проще, при этом повысится стабильность работы системы, значительно упростится задача ее модернизации, критические ошибки сведутся к небольшой по объему задаче, и поиск этих ошибок уже не будет представлять больших проблем. Немаловажным достоинством подобного построения программных средств АСУТП является возможность оптимизации выполняемых функций, отсекаания всего неиспользуемого и добавления нового без нарушения целостности системы.

Для грамотного описания и решения любой проблемы часто требуется провести аналогию с каким-либо понятным для восприятия предметом. Такая аналогия была найдена, и ей явился детский конструктор LEGO. Казалось бы, простой по своей задумке и исполнению отдельных элементов конструктор на самом деле позволяет создавать огромное число самых разнообразных по своей сути моделей. Базовые элементы конструктора, дополненные рядом специфичных модулей, приводят к созданию абсолютно новой модели.

Анализ целого ряда систем управления позволил выделить базовые "кубики" АСУТП и определить механизмы их стыковки и взаимодействия между собой и с дополнительными задачами. Таким образом, komponуя вновь разрабатываемую систему базовым набором программных модулей и дополняя ее небольшими и поэтому более надежными и не влияющими на работу базовых модулей задачами, можно наращивать функциональность АСУТП, не нарушая работу основных модулей. Отметим, что и базовые модули должны быть разделены по функциональности и выполнять только неширокий круг задач.

Модули, относящиеся к базовым: БД конфигурации системы управления; отображения мнемосхем; БД сообщений регистрации; отображения сообщений регистрации; БД накопления технологических параметров; отображения графиков; хранения и предоставления оперативных данных (состояние оборудования и показания датчиков, данные для отображения на мнемосхемах, значения технологических уста-

вок и т.п.); логической обработки оперативных данных (формирование вида отображения состояния технологических объектов, формирование выходов параметра за уставки, контроль допустимости значений, сохранение значений параметров в БД и т.п.).

Число и состав вспомогательных модулей индивидуален для каждой АСУТП, но при этом вспомогательные модули могут применяться в разных системах (при условии применения принципов унификации), со временем обеспечивая очень широкий инструментарий создания самых разнообразных систем управления.

Модули, относящиеся к вспомогательным:

- драйверы ввода/вывода, предназначенные для получения (передачи) данных с устройств ввода/вывода или из смежных систем;
- хранения и предоставления действующих в системе сигналов (обеспечивает хранение списков действующих сигналов и предоставление их пользователю в текстовом виде);
- синхронизации времени (в качестве модуля может использоваться системная служба на базе протокола NTP (Network Time Protocol), поддерживаемого большинством современных ОС);
- контроля работоспособности задач системы;
- редактирования описания конфигурации, устройств ввода/вывода и т.п.;
- конфигурирования настроек системы;
- формирования, печати и сохранения выходных документов;
- проведения метрологической аттестации и проверки информационных каналов;
- обеспечения парольной защиты для идентификации пользователей;
- формирования интегральных сигналов на щит диспетчера и т.п.

Определив построение программных компонентов в виде отдельных независимых модулей, необходимо так же, как и в конструкторе LEGO, реализовать механизм стыковки этих модулей между собой, обеспечив тем самым их структурную целостность. Поскольку задачи, решаемые АСУТП, все-таки сложнее используемой аналогии, необходимо предусмотреть такой механизм взаимодействия и стыковки, который позволит обеспечить взаимосвязь программ (модулей) в различных ОС. И в качестве такого механизма предлагается рассматривать надстройку над протоколом TCP/IP, который позволяет осуществить информационную связь между модулями как в пределах одного ПК, так и в локальной сети с использованием гетерогенной среды. Однако отметим, что применение протокола TCP/IP не гарантирует системе так называемое "реальное время" и, как следствие, в системах "жесткого реального времени" его использовать нежелательно и даже недопустимо. Хотя в целом он обеспечивает высокую скорость и удобство использования для большинства автоматизированных систем, поскольку применяется только на "верх-

нем" уровне АСУТП, а все критические алгоритмы и защиты выполняются при этом в ПЛК "нижнего" уровня АСУТП.

Также микромодульность программ обеспечит возможность распределения выполняемых задач на произвольном числе компьютеров. Такой подход позволит добиться максимальной производительности в информационно емких системах, создавая информационные вычислительные кластеры.

На базе представленного подхода был разработан комплекс унифицированных программных средств для автоматизации ТП eXvision, обеспечивающий мониторинг/сбор данных, визуализацию параметров ТП, управление ТП в РВ. Изначально комплекс программ eXvision разрабатывался для автоматизации разделительного производства урана, однако заложенная при проектировании и реализованная в дальнейшем функциональность позволяют применить eXvision практически для любого как типового, так и довольно специфичного ТП (рис. 1). Программы eXvision предоставляют разработчику механизмы расширения функциональности базовых модулей за счет подключения к ним динамических библиотек и создания в них собственных функций и проверок. Также следует отметить оптимизацию комплекса программ eXvision для проектирования и разработки АСУТП, обладающих большим числом активных элементов на каждой отдельно взятой мнемосхеме и с большим числом типовых мнемосхем в АСУТП. Для сокращения времени разработки мнемосхем создан механизм их тиражирования за счет автоматического переопределения идентификаторов объектов на типовой мнемосхеме. Имеется положительный опыт внедрения АСУТП с более чем 60-ю типовыми мнемосхемами, каждая из которых содержит более 1100 активных элементов (время открытия мнемосхемы составляет < 1 с).

Программный комплекс eXvision обеспечивает минимизацию сетевого трафика и снижение вычислительной нагрузки на аппаратные ресурсы ЭВМ за счет организации "подписных" механизмов на группы данных и событийной передачи информации. Развитые механизмы конфигурирования позволяют редактировать БД, графический интерфейс АСУТП, включая мнемосхемы, систему ввода/вывода, сообщения системы регистрации, выходные документы, распределение функциональных задач по ЭВМ и ряд других настроек, задач и параметров АСУТП.

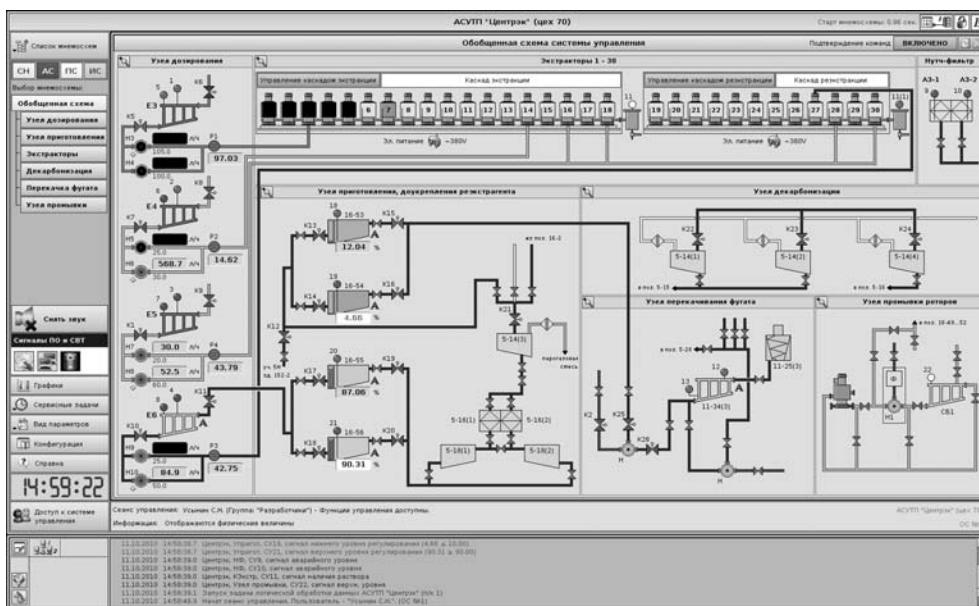


Рис. 1. Мнемосхема АСУТП, разработанной в ПО eXvision

Как и большинство подобных систем комплекс программ eXvision обеспечивает выполнение следующих функций: сбор и первичную обработку информации от контроллеров, преобразователей и устройств, обладающих открытыми протоколами передачи данных; отображение текущей информации о ТП на экранах дисплеев в виде мнемосхем, динамических таблиц, трендов, гистограмм; дистанционное управление технологическим оборудованием; автоматическое управление и регулирование ТП; регистрацию сигналов и событий; архивацию и хранение исторической информации о значениях технологических параметров; отображение зарегистрированной информации о сигналах и событиях; отображение накопленной информации о значениях технологических параметров; вывод отчетов и протоколов на экран, принтер и в файл (использованы форматы HTML и PDF); оперативное конфигурирование АСУТП; разграничение прав доступа; автоматизацию метрологической поверки (калибровки); поддержку единого времени; информационное взаимодействие с другими системами; контроль и диагностику состояния программных модулей; вспомогательные функции.

Комплекс программ eXvision позволяет создавать одноуровневые и многоуровневые иерархические системы распределенного управления и централизованного контроля, соответствующие структуре технологического объекта и характеру управления им с возможностью дублирования и резервирования (с автоматической синхронизацией БД конфигурации системы как в режиме РВ, так и на базе отложенной синхронизации, построенной на использовании log-a "транзакций").

Механизм каскадного открытия мнемосхем позволяет создавать многомониторные и многомашинные операторские станции, обеспечивающие возможность отображения больших мнемосхем (разбитых на не-

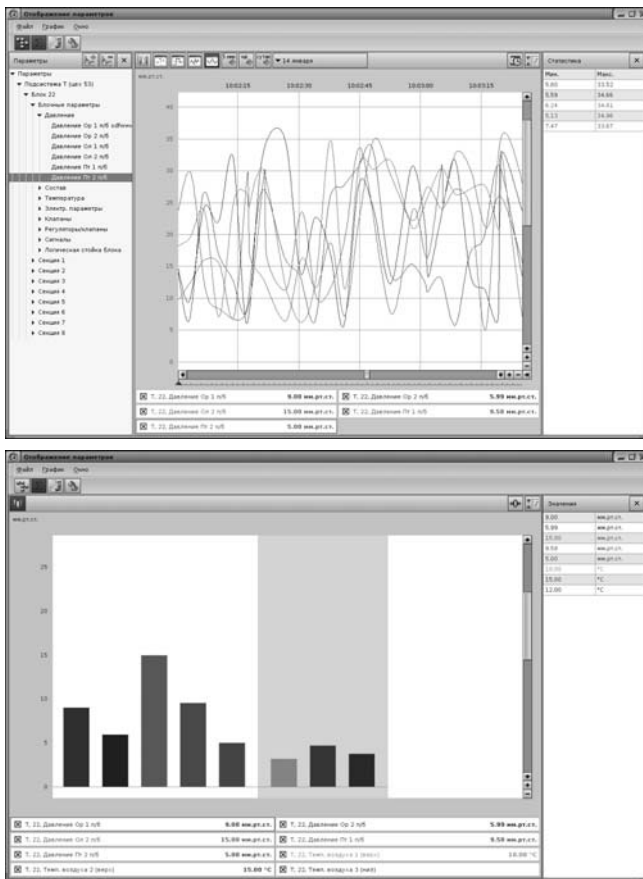


Рис. 2. Модуль отображения графиков и трендов

сколько ЭВМ) нажатием одной кнопки на экране (может использоваться для отображения мнемосхем длинных трубопроводов). Большое внимание уделено механизмам создания командных меню, удобных для оператора, обеспечивающих вывод на них динамической информации, а также позволяющих гибко регулировать режим подтверждения отправки команд.

Комплекс программ eXvision не имеет программных ограничений по объему обрабатываемой информации (ограничения накладываются только применяемыми техническими средствами и возможностями ОС), функционирует под управлением ОС РВ QNX вер. 6.4.x и выше на ЭВМ архитектуры x86 с использованием СУБД Empress версии 8.62.

Программное обеспечение eXvision создавалось с учетом оптимизации скорости обработки информации, минимизации загрузки вычислительной сети, а также

предоставления возможности создания распределенных вычислительных комплексов АСУТП (информационных кластеров), обеспечивающих перераспределение вычислительных ресурсов в информационно емких системах. Реализованные решения и алгоритмы позволяют наращивать или, наоборот, ограничивать (снижать вычислительную нагрузку) функциональность АСУТП. Обладая открытыми протоколами и набором средств доступа как к оперативным, так и накопленным данным комплекс программ eXvision позволяет создать практически неограниченное число модулей с требуемой (специфической) функциональностью, а использование в информационном обмене протокола TCP/IP обеспечивает возможность передачи данных в смежные АСУТП или АСУ верхнего уровня, базирующиеся на различных ОС.

ПО eXvision способно обеспечить информационную безопасность создаваемых систем автоматизации. Применены алгоритмы хеширования паролей, реализованы механизмы конфигурирования парольной защиты (задание минимальной длины пароля, уровня его сложности, создание групп пользователей с соответствующим набором возможностей работы с системой, назначение каждому пользователю срока действия пароля).

Примером успешного внедрения комплекса программ eXvision является верхний уровень подсистемы "Контроль, управление и аварийная защита основного технологического оборудования цеха разделительного производства" системы АКСУ-3 ОАО "Уральский электрохимический комбинат". Кроме того, в настоящее время на основе данного способа и с использованием уже существующих модулей ведется разработка ряда систем управления технологическими участками химико-металлургического и теплоэнергетического цехов этого же предприятия. Большая часть разработанных модулей перешла в разряд "готовых к использованию" (базовых). При проектировании каждой новой системы определяется состав требуемых модулей и принимается решение о разработке новых (отсутствующих) модулей и доработке, при необходимости, существующих. Микромодульная структура, построенная с использованием унифицированных решений на базе информационной связи по протоколу TCP/IP, обеспечила хорошие показатели по разработке, сопровождению и развитию систем управления, а также позволила оптимизировать загрузку всех ЭВМ систем управления.

Усынин Сергей Николаевич — инженер-программист отдела главного прибориста ОАО "Уральский электрохимический комбинат".

Контактные телефоны: (34370) 5-61-12, 5-70-42.

Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

- в России — в любом почтовом отделении по каталогу "Газеты. Журналы" агентства "Роспечать" (подписной индекс **81874**) или по каталогу "Пресса России" (подписной индекс **39206**).
- в странах СНГ и дальнего зарубежья — через редакцию (www.avtprom.ru).

Все желающие, вне зависимости от места расположения, могут оформить подписку, начиная с любого номера, прислав заявку в редакцию или заполнив анкету на сайте www.avtprom.ru
В редакции также имеются экземпляры журналов за прошлые годы.