

СВБУ является полностью российским изделием, разработано на основе собственных программных компонент ИПУ РАН и свободно распространяемых продуктов, которые верифицированы и аттестованы для применения в атомной энергетике для систем, важных для безопасности. Система построена на основе только отечественных комплектующих, аттестованных Минобороны РФ. Техническая документация разработана по российским нормам. Испытания СВБУ проводились на специально построенном полигоне, приемка осуществлялась межведомственной комиссией. Все технические решения и ПО обладают полной лицензионной чистотой, что позволяет гарантировать поддержку системы в течение всего срока жизни. СВБУ производства поставлена на АЭС "Бушер" (Иран) и готовится к поставке на АЭС "Куданкулам" (Индия).

*Полетыкин Алексей Григорьевич* — канд. техн. наук, и.о. заведующего лабораторией 31,  
*Жарко Елена Филипповна* — канд. техн. наук, ст. научный сотрудник,  
*Зуенкова Ирина Николаевна* — научный сотрудник,

*Промыслов Виталий Георгиевич* — канд. физ-мат. наук, ст. научный сотрудник,  
*Бывайков Михаил Евгеньевич* — канд. техн. наук, ст. научный сотрудник,  
*Менгазетдинов Надир Энверович* — ст. научный сотрудник  
Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.

Контактный телефон (495) 334-75-71. E-mail: [poletik@ipu.rssi.ru](mailto:poletik@ipu.rssi.ru) [Http://www31.ipu.rssi.ru](http://www31.ipu.rssi.ru)

## СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ НА БАЗЕ SCADA-СИСТЕМЫ MASTERSCADA

**В.И. Чернышев (ЗАО "НПП "Доза")**

*Рассмотрены этапы развития проекта создания полноценной системы радиационного контроля (СРК) специалистами ЗАО "НПП Доза". Обоснованы причины выбора SCADA-системы MasterSCADA для использования в современной версии СРК. Кратко представлен первый проект с использованием MasterSCADA, реализованный для ФГУП ИРМ (г. Заречный).*

ЗАО "НПП Доза" занимается разработкой и производством приборов и оборудования радиационного контроля с 1991 г. В мае 2006 г. предприятие отметило свой 15-летний юбилей. С 1999 г. в недрах фирмы заговорили о проекте создания полноценной системы радиационного контроля (СРК). В это же время возникла задача реализации пакета программ верхнего уровня (ВУ) для этой системы. В первую очередь были сформулированы основные требования, предъявляемые к такому пакету программ: надежность работы; наглядность и однозначность отображения измеряемой информации; своевременность подачи предупреждающих сигналов; сохранность ключевых измерений для последующего анализа; возможность построения пользовательских отчетов; настраиваемость, масштабируемость.

Для обеспечения надежности работы программно-аппаратного комплекса ВУ применяются:

1. промышленные, высоконадежные серверы в качестве серверов БД и компьютеров-шлюзов информации нижнего уровня (НУ); промышленные рабочие станции в качестве центрального пульта управления и критически важных АРМ операторов;
2. "горячее" и "холодное" резервирование серверов, дублирование АРМ операторов;
3. "горячее" резервирование каналов связи НУ с ВУ.

### Список литературы

1. Масолкин С.И., Промыслов В.Г., Жарко Е.Ф., Антонов А.В., Промыслова О.А., Степанянц А.С. Системное ПО LICS как компонент подсистем АСУТП АЭС // Автоматизация в промышленности. 2004. №10.
2. Полетыкин А.Г., Бывайков М.Е., Менгазетдинов Н.Э., Байбулатов А.А. Основные решения по созданию системы верхнего (блочного) уровня АСУТП АЭС // Тр. ИПУ РАН том XVIII. 2002.
3. Масолкин С.И., Промыслов В.Г., Менгазетдинов Н.Э. Диагностика программно-технических средств с использованием интеллектуальных агентов // Доклад на II Международной конференции "Идентификация систем и задачи управления". 2003.
4. Полетыкин А.Г., Бывайков М.Е., Менгазетдинов Н.Э., Байбулатов А.А. Основные решения по созданию системы верхнего (блочного) уровня АСУТП АЭС // Ядерные измерительно-информационные технологии. 2004. №1-2.

4. полнофункциональное тестирование ПО, в том числе на запредельных нагрузках.

Наглядность отображения измеряемой информации обычно реализуется в ПО оператора с помощью: мнемосхем, трендов, таблиц и отчетов. Однозначность отображения ситуации закладывается на этапе проектирования системы с учетом специфики предприятия, измерителей, измеряемых величин и персонала.

Своевременность подачи предупреждающих сигналов обеспечивается:

1. асинхронной передачей информации от измеряющего блока по готовности (без использования идеологии опроса);
2. мгновенным отображением соответствующей информации по факту формирования события и формированием исполнительной команды для сигнализирующих устройств и релейных схем;
3. использованием ОС РВ и БД РВ.

Механизм очередей событий и команд, а также пропускная способность каналов передачи данных при максимальной нагрузке должны обеспечивать пропускную способность заведомо больше расчетной.

Сохранность измерений достигается введением специализированного сервера БД в состав ПО ВУ, обеспечивающего поддержку работы со встроенными аппаратными архивами, с таблицами измерений

и внешней СУБД (Oracle, MS SQL, SyBase, Inter-Base, Industrial SQL Server и др.). В этой связи отметим, что наилучшим образом зарекомендовал себя сервер БД Oracle. Он надежен, поддерживает "горячее" резервирование, высокопроизводителен, эффективно работает даже с очень большими таблицами измерений и потому является безусловным лидером среди СУБД, используемых на ВУ в промышленной индустрии и СРК. Если требуется обработка трендов измерительных данных в РВ, то необходимо использовать БД РВ.

Построение отчетов в современных программных продуктах ВУ предполагает работу с БД измерений и расчетных величин, с формированием печатных документов и, как правило, с возможностью экспорта в MS Excel и Word. Наиболее продвинутые системы отчетов также позволяют пользователю формировать шаблоны отчетов в произвольном виде, вводить свои переменные, запрашиваемые данные и расчетные величины в процессе выполнения подготовки отчета по заданному ранее шаблону.

Способность программно-аппаратного комплекса работать с самым различным оборудованием и передавать информационные и управляющие сигналы сторонних производителей зачастую определяет способность системы интегрироваться в комплексные решения. А простота и прозрачность настройки ПО определяет его живучесть в условиях эксплуатации.

#### Пакет программ "Малая СРК"

В 1999 г. в ЗАО "НПП Доза" был разработан проект СРК четвертого поколения, названный позднее "Пеликан", в котором информация от блоков обработки и передачи данных (БОП) передавалась асинхронно по сети Ethernet пакетами UDP на центральный сервер. Тогда же встала задача выбора программы работы с этими данными. Представленные на рынке SCADA-системы в этот момент не позволяли решить поставленные задачи в должной мере. Поэтому было принято решение разработать новый программный комплекс, работающий с IP-протоколом и реализующий перечисленные выше требования к ПО ВУ СРК. Не являясь фирмой, производящей ПО, ЗАО "НПП Доза" разработало техническое задание на разработку ПО ВУ СРК. Специалисты предприятия ООО НПП "Радико" (г. Обнинск) создали пакет программ "Малая СРК" (до 50 точек контроля), включающий:

- серверное ПО под управлением СУБД Oracle 8.1.7 для обработки и хранения данных СРК;
- программу-шлюз "Агент" для обеспечения приема данных от устройств и передачи команд устройствам (разработаны версии под ОС Solaris и Windows);
  - "АРМ Справочники" – клиентское приложение для конфигурирования и настройки работы ПО СРК;
  - "АРМ Контроль и Анализ" – клиентское приложение для отображения значений измеряемых системой величин, контроля состояния связи и приборов и передачи команд устройствам;

- "систему отчетов" – серверное и клиентское ПО для создания отчетов в произвольной форме и их выполнения.

ПО "Малая СРК" решало все возложенные на него задачи и до недавнего времени эксплуатировалось на ДВЗ "Звезда", ФГУП "Звездочка" и "СибХимКомбинат". На некоторых предприятиях он используется и в настоящее время.

Рассмотрим алгоритм работы ПО "Малая СРК". Данные от НУ поставлялись асинхронно на ПК с установленной программой "Агент" (как правило, на этом же ПК был расположен сервер БД Oracle). Программа "Агент" передавала полученные данные серверу Oracle, используя его сетевой протокол. Программы "АРМ Справочники", "АРМ Контроль и Анализ" и "Система отчетов", используя этот же протокол, взаимодействовали с БД. При этом отображаемые измерения запрашивались из БД, что определило ключевой недостаток этого пакета программ: опосредованность отображаемой информации через сервер БД, приводящая к задержкам отображения измеряемых величин, связанным с конечными скоростями выполнения запросов на сервере. В некоторых случаях при очень больших объемах данных на сервере задержки достигали десятков секунд. Кроме того, программа "АРМ Контроль и Анализ" не позволяла отображать мнемосхемы, которые фактически стали пользовательским стандартом в этой области к настоящему времени. К недостаткам пакета необходимо также отнести сложность процедуры инсталляции программного комплекса и недоработки по интерфейсу и структуре БД.

#### Пакет "Большая СРК"

В 2004 г. появился новый пакет программ ВУ СРК фирмы "Радико", ориентированный на работу как с БД, так и на отображение текущих значений, получаемых непосредственно от НУ через программу "Агент". Кроме того, новый пакет программ поддерживает отображение мнемосхем и имеет дополнительные средства резервирования и работы с большими потоками данных.

Состав пакета ВУ СРК фирмы "Радико" (2004 г.):

- 1) ПО "Монитор" – клиентское приложение для отображения значений измеряемых системой величин, контроля состояния связи и приборов и передачи команд устройствам;
- 2) ПО "Агент" – программа-шлюз для обеспечения приема данных от устройств, передачи их серверу БД и на АРМ оператора, а также для передачи команд устройствам (разработаны версии под ОС Linux и Windows);
- 3) ПО "Драйвер" – серверное ПО под управлением СУБД Oracle 8.1.7, для обработки и хранения данных СРК; обычно располагают на ПК – сервере БД;
- 4) система отчетов – серверное и клиентское ПО для создания отчетов в произвольной форме и их выполнения.

Информация от измерительных каналов отображается посредством программы "Монитор" в мнемосхемах и трендах, определяемых пользователем. ПО "Монитор" позволяет: работать на многомониторных АРМ;

производить ручное и автоматическое переключение слайдов на каждом из мониторов; отображать цветом различные состояния (например, "не работает", "отключен", "превышение предупредительной уставки", "превышение аварийной уставки"); отображать численные значения измеряемых величин.

Этот пакет программ обеспечивает совместимость с протоколом, используемым для взаимодействия с приборами, посредством программы "Агент", которая претерпела некоторые изменения и может теперь посылать данные на АРМ напрямую и нескольким серверам одновременно.

В рамках работы ПО ВУ СРК допустимо налаживать стыковочные связи с АСУ, системами физической защиты и т.п. Так, в проекте "Феникс" была реализована связь для передачи предупредительных сигналов о протечках в парогенераторах и выдачи рекомендаций об отсечении соответствующего парогенератора.

В настоящее время компания Доза поставляет "Большую СРК" в качестве ПО ВУ СРК. Эта программа установлена на атомном ледоколе "50 лет Победы" и заменила "Малые СРК" на объектах ДВЗ "Звезда" и ФГУП МП "Звездочка" в рамках модернизации ПО.

Таким образом, в пакете программ ВУ "Большая СРК" положительно характеризуется развитой поддержкой мнемосхем, разрабатываемых во время проектирования; настраиваемой системой трендов; гибкой, настраиваемой системой отчетов; "горячим" резервированием серверов и АРМов. Однако система не лишена недостатков, к которым относятся сложная процедура инсталляции и модернизации программно-аппаратного комплекса; высокая стоимость и отсутствие поддержки контроллеров сторонних производителей.

#### **Выбор SCADA-системы для использования совместно с оборудованием "НПП Доза"**

В последние годы происходило интенсивное развитие и утверждение единых промышленных стандартов на прием информации от измерительных каналов SCADA-системами. Семейством таких стандартов стала OPC-технология, позволяющая, единожды создав несложную программу "OPC-сервер", использовать в качестве ПО ВУ СРК любую современную SCADA-систему. Сервер OPC DA фактически является стандартным драйвером измеряющего устройства в любом современном SCADA пакете. С помощью OPC-технологии легко собрать идеологически разнородную систему в один программный проект. Кроме того, OPC-технология позволяет получать данные от одного устройства несколькими SCADA-системами, а современные SCADA-системы могут сами выступать в роли OPC-серверов для интеграции измерительных данных на более высоком уровне.

Важно, что современные SCADA-системы лишены былых недостатков, и позволяют легко реализовать самый широкий спектр пользовательских желаний, оставаясь при этом легко конфигурируемыми, надежными и быстрыми даже при большом объеме измеряемых и накапливаемых данных.

В процессе изучения рынка существующих SCADA-систем были рассмотрены различные системы на пригодность использования в сфере русскоязычного рынка атомной промышленности. Некоторые были исключены из рассмотрения из-за недостаточной гибкости и конфигурируемости, некоторые – из-за особенностей архитектуры. Среди пригодных оставалось лишь несколько систем, среди которых MasterSCADA компании "ИнСАТ" ([www.insat.ru](http://www.insat.ru)).

Особенности архитектуры MasterSCADA™: полноценный объектный подход, единый проект для всех ПК системы; доступность во всей системе любого документа и параметра; поддержка исполнения программ на контроллерах с открытой архитектурой; "прозрачная" распределенная система (отсутствует настройка связей узлов); "свободнопортируемая" система (отсутствует настройка на целевую сеть); Internet-сервер для доступа к любым документам с помощью браузеров; поддержка ПЛК с распределением вычислений; технология "OPC в ядре системы"; единый пользовательский интерфейс для всех функций системы; произвольная последовательность расчетных функций для любого объекта; поддержка поверки измерительных устройств, открытые интерфейсы расширения.

Указанные архитектурные решения, а также возможности пакета MasterSCADA в областях создания мнемосхем, архивирования данных, оперативного информирования персонала, обработки данных, создания отчетов, совместимости с внешними программами, надежности и безопасности; настраиваемости, управляемости и масштабируемости позволяют утверждать, что данная SCADA-система является полноценным ПО ВУ СРК, пригодным для использования совместно с оборудованием "НПП Доза".

#### **Первый проект СРК с использованием MasterSCADA**

В качестве одного из первых проектов с использованием MasterSCADA была выбрана система радиационного контроля для ФГУП ИРМ (г. Заречный). Проект предусматривает технологический и дозиметрический контроль помещений реактора, а также отдельный блок контроля выбросов в атмосферу. В качестве оборудования использованы ранее разработанные и хорошо зарекомендовавшие себя измерительные установки:

- устройство детектирования УДМГ-100, предназначенное для непрерывного измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МЭД) гамма-излучения;
- устройство детектирования УДМН-100, предназначенное для непрерывного измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) нейтронного излучения;
- установка УДГ-1Б для контроля объемной активности  $\beta$ -излучающих инертные радиоактивные газы в технологических помещениях и в выбрасываемом воздухе;
- установка УДА – 1АБ для измерений объемной активности радиоактивных аэрозолей предназначена для непрерывных измерений суммарных объемных активностей (ОА) альфа- и бета-излучающих аэрозо-

лей в воздухе на объектах ядерной энергетики как в автономном режиме, так и в составе автоматических систем и установок радиационного контроля, имеющих возможность подключения к общему каналу связи и единый протокол обмена Ethernet;

- радиометрическая установка УДИ-1Б предназначена для непрерывного измерения объемной активности радионуклидов йода. УДИ-1Б применяется для контроля радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций и радиохимических производств, в том числе на судах с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ).

В процессе развития проекта в среде MasterSCADA оказалось, что:

1. для связи средств измерения со средой MasterSCADA необходимо разработать OPC-сервер, ориентированный на протокол обмена, используемый в проекте устройств и установок;

2. типовое устройство измерения, применяемое в системах радиационного контроля, имеет существенно более сложную структуру, чем типовой датчик АСУТП;

3. требования, предъявляемые заказчиком для конкретизации форм отчетов, в некоторых случаях не позволяют использовать стандартные средства MasterSCADA.

OPC-сервер для работы с измерительными устройствами по протоколу UDP был разработан с помощью инструмента фирмы ИнСАТ под названием

*Чернышев Вячеслав Иванович – научный сотрудник отдела научно-технических разработок ЗАО "НПП "Доза".*

*Контактный телефон(495) 777-84-85, факс 742-50-84.*

*Http://www.doza.ru*

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТОИР АТОМНОЙ СТАНЦИИ

**И.Н. Антоненко, О.В. Комонюк (НПП "СпецТек")**

*Кратко описан проект внедрения информационной системы управления техническим обслуживанием и ремонтом на Смоленской АЭС (САЭС). Указаны проблемные стороны внедрения, результаты и перспективы проекта.*

Атомная энергетика как отрасль строго регламентируется нормативно-правовыми актами и контролируется множеством надзорных органов. Приоритетом всех предъявляемых требований является обеспечение безопасности. Созданная относительно недавно Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС), в которую входит и российский концерн "Росэнергоатом", определила стандартные показатели безопасности для постоянного мониторинга. Это организация и управление производством, эксплуатация, ремонт, пожарная безопасность, организация планирования при аварийных ситуациях, химический контроль, радиационная защита. Таким образом, организация эксплуатации, технического обслуживания и ремонта (ТОИР) основных производственных фондов атомной станции является важнейшим фактором безопасности АЭС.

Развитие атомной энергетики России предусматривает, что рост потребности в электроэнергии должен покрываться за счет увеличения выработки на АЭС. Показателем эффективности здесь служит коэффициент использо-

вания установленной мощности (КИУМ), который показывает в процентах отношение планируемой или реальной выработки электроэнергии за определенный период к максимально возможной выработке. Указанными выше программными документами предусматривается его повышение и поддержание на среднем уровне 85%.

Наибольший ресурс для увеличения КИУМ содержится в длительности проведения ТОИР оборудования и систем АЭС, поскольку суммарное нахождение всех 30 эксплуатируемых в России энергоблоков АЭС в ремонте очень велико и составляет величину ~2000 сут./г. Именно здесь происходят наибольшие потери выработки электроэнергии – порядка 20% снижения КИУМ. Свой вклад также вносят нарушения в работе энергоблоков, разгрузки и останова реакторов из критического режима, которые зачастую происходят опять же вследствие недостатков организации ТОИР.

Реформирование электроэнергетики ведет к обострению конкуренции между основными производителями – РАО ЕЭС и концерном "Росэнергоатом". И хотя РАО ЕЭС контролирует 70% генерирующих мощностей