

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](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 остановы 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

страны, атомная энергия играет роль фактора, стабилизирующего цены. Поэтому важнейшей задачей атомной энергетики является поддержание и повышение своей конкурентоспособности, которая на данный момент оценивается как достаточно высокая. Тем не менее, для АЭС положение осложняется более высокими капитальными затратами на строительство мощностей. Поэтому так важно снизить издержки на другие статьи, а именно – расходы на ТОиР (достигают 30% себестоимости) и на топливный цикл (достигают 20% себестоимости).

Таким образом, основные приоритеты атомной энергетики – безопасность, эффективность, конкурентоспособность тесно связаны с совершенствованием процессов ТОиР. С другой стороны, эти процессы отличаются высокой сложностью и информационной насыщенностью. Данное обстоятельство делает информатизацию ремонтно-эксплуатационной деятельности не только полезной, но и необходимой, а информационные системы управления ТОиР (ИС ТОиР) становятся инструментом достижения целей в системе координат "безопасность-эффективность-конкурентоспособность".

Создание ИС ТОиР осуществляется на основе ПО класса EAM (Enterprise Asset Management). Перечислим ключевые потребности АЭС в области совершенствования ТОиР с указанием соответствующих возможностей данных продуктов:

а) *сокращение длительности ремонта*: возможности по оптимизации планов ремонта, по сбору и учету данных о техническом состоянии при планировании ТОиР и принятии решений о выводе оборудования в ремонт, возможности по контролю исполнения графиков ремонта и эффективности работы подрядных организаций;

б) *поддержание исправности оборудования*: поддержка принятия решений об остановах энергоблоков, управление ресурсными характеристиками оборудования, анализ истории ТОиР, информационная поддержка расследований дефектов;

в) *снижение числа нарушений и ошибок персонала*: автоматизация функций оперативного персонала и информационная поддержка его деятельности, поддержка процедур нарядно-допускной системы, планирование обеспечения работ специальной оснасткой, технологической документацией, запчастями с учетом истории их качества, автоматизация выявления и анализа причин повторных ремонтов;

г) *управление затратами на ТОиР*: повышение точности планирования затрат, прозрачности контроля использованных ресурсов и остатков, поддержка процедур нормирования затрат за счет накопления данных по прошлым периодам, оптимизация затрат на запчасти и материалы, информационная поддержка сравнительного анализа выполнения работ хозяйственным и подрядным способом, выявление центров затрат, резервов, экономии по каждому мероприятию.

Кратко рассмотрим характеристику проекта внедрения ИС ТОиР на Смоленской АЭС, выполненного силами НПП "СпецТек" и САЭС на базе российской EAM-системы TRIM ([www.trim.ru](http://www.trim.ru)).

### Проект на Смоленской АЭС

Хронология проекта: октябрь 2002 г. – начало работ, ноябрь 2003 г. – сдача системы в опытную эксплуатацию, июнь 2005 г. – начало промышленной эксплуатации ИС ТОиР, получившей название "Десна-2". Чтобы ознакомить читателей с динамикой проекта, зафиксируем основные параметры системы на момент ее сдачи в опытную эксплуатацию.

Итак, в ИС ТОиР насчитывалось около 100 пользователей, клиентские рабочие станции были распределены между основными подразделениями САЭС, участвующими в ТОиР. В частности, управление получило 8 пользователей, реакторный цех – 10, турбинный цех – 11, цех централизованного ремонта – 12, химический цех – 9, отдел радиационной безопасности – 5, отдел контроля металла и сварки – 3, цех наладки и испытания оборудования – 4, отдел подготовки и проведения ремонтов – 4, электрический цех – 12 пользователей. Объем БД по оборудованию составлял 180 тыс. единиц. Причем эти данные были конвертированы из системы "Десна-ремонт", созданной ранее по программе TACIS на основе продуктов компании ESBIC (Ирландия) и использовавшейся на САЭС до внедрения системы "Десна-2". Отказ от нее был обусловлен недостаточными возможностями и слишком высокими затратами на реализацию дополнительных требований и поддержку. Работы по миграции данных позволили максимально использовать накопленную за несколько лет информацию.

Опытная эксплуатация системы продлилась полтора года. Итогом работы, проведенной специалистами НПП "СпецТек" и САЭС за этот и предшествующий период, стало создание первой типовой информационной системы управления ТОиР масштаба предприятия в атомной энергетике России. Это значит, что она может тиражироваться на другие станции, в отличие прочих разработок в отрасли, которые либо привязаны к конкретной АЭС, либо не охватывают весь комплекс процессов ТОиР.

Содержанием периода опытной эксплуатации стала работа по трем основным направлениям: развитие БД, подключение новых пользователей, доработка функциональности системы в дополнение к той, которая уже имела в TRIM. Необходимо отметить, что появление новых пользователей бессмысленно, если в системе отсутствуют условия для их работы: нет оборудования, за которое они ответственны, нет функций, которые им нужны. Таким образом, указанные направления взаимосвязаны, полностью их "распараллелить" невозможно, а последовательное выполнение требует соответствующего времени. Основные временные затраты связаны с БД, а также созданием и практической отработкой пользовательских функций.

Работа над БД велась предварительно обученными сотрудниками САЭС. В течение 2004 г. информация по оборудованию и технологическим местам электрического цеха пополнилась на 37 тыс. единиц, введены аналогичные данные по цеху тепловой автоматики и

измерений в объеме 20 тыс. единиц. В 2005 г. БД была дополнена 6 тыс. записей цеха обеспечивающих систем. В остальных цехах велась работа по приведению к актуальному состоянию той базы, которая была создана еще в 1995-1996 гг. в рамках проекта "Десна-ремонт". В итоге, к моменту сдачи системы в промышленную эксплуатацию объем БД по оборудованию расширился до величины порядка 240 тыс. единиц.

Изменение числа пользователей определялось увеличением их числа в тех подразделениях, которые работали в системе TRIM с начала опытной эксплуатации, и подключением к системе новых подразделений. На динамику этих изменений влияло не только наполнение БД и доработка функций, но и обучение, проводившееся силами инструкторов – работников САЭС, прошедших предварительную подготовку. Обучение велось на тренажере системы в учебном классе САЭС. Результативность этого процесса можно оценить по приросту числа пользователей к моменту сдачи системы в промышленную эксплуатацию (от 100 до 540 ед.). Появились рабочие места TRIM в цехах тепловой автоматики и измерений, дезактивации, тепловых и подземных коммуникаций, в отделах метрологии и стандартизации, реконструкции и пожарной безопасности, ядерной безопасности, эксплуатации зданий и сооружений и в других подразделениях. Подключены к работе в системе специалисты подрядной организации "Курсктурбоатомэнергоремонт". Важно отметить, что расширение ИС ТООР идет и в настоящее время. Так, на февраль 2006 г. число пользователей достигло 743 ед.

Залогом успешного внедрения TRIM стало активное участие специалистов САЭС в проекте. Был сформирован Координационный комитет под председательством главного инженера станции в составе его заместителей и руководителей подразделений. В задачи комитета входил контроль работ, решение текущих проблем. В группу внедрения вошли технологи станции, были также созданы функциональные группы по направлениям – планирование и диспетчеризация, контроль технического состояния оборудования, подготовка и организация ТООР, оперативное управление оборудованием, которые выполняли экспертные функции. Руководителем проекта был назначен первый заместитель главного инженера станции.

Специалисты группы внедрения со стороны Смоленской АЭС обеспечили поддержку пользователей, разработку инструкций на рабочие места, а руководство станции предоставило проекту необходимые ресурсы и административную поддержку. Команда разработчиков НПП "СпецТек" получила со стороны САЭС необходимую информацию для доработки бизнес-логики, заложенной в TRIM, с целью ее приведения в более полное соответствие нормативной базе и сложившейся практике работы станции. На этой основе за время опытной эксплуатации был выполнен значительный объем работ по развитию имевшихся и созданию новых пользовательских возможностей системы.



Рис. 1

### Новые возможности системы

- *Экранные формы учета систем и оборудования* дополнены полями согласно документу РД ЭО 0069-97. Усовершенствован алгоритм введения справочника графических изображений в части хранения технологических схем в формате AutoCAD.

- *Журнал учета работ по нарядам и распоряжениям* (рис. 1). Функция обеспечила переход к электронному журналу работ по нарядам и распоряжениям. В результате доработки появилась возможность видеть в системе текущее состояние всех работ на данный момент, тем самым было устранено ограничение, когда в качестве выполненных были видны только те работы, по которым внесены отчеты. На практике оказалось, что отчеты по работам составляются с запаздыванием на 1...7 дней, и это не позволяло оперативно контролировать их состояние.

- *Карта эксплуатационных параметров* позволила собирать в одном месте все параметры для заданного типа оборудования, например, насосы.

- *Введен ряд полей для детализации состояния оборудования*, заполнение которых увязано с изменением поля "Техническое состояние". Появилась возможность видеть историю эксплуатационного состояния из диспетчерского журнала, историю технического состояния – в формуляре.

- *Интерфейс с подсистемой "Кадры-2"* позволил автоматизировать ведение структуры подразделений и штатных единиц станции в TRIM, обеспечить автоматическую передачу в ИС ТООР данных о персонале. В результате каждая штатная единица оказывается в TRIM на актуальном месте. В то же время, до создания данной функции единственной возможностью был ручной ввод, однако отследить состояние 6000 штатных единиц таким способом не представлялось возможным.

- *Разделение сущностей "Оборудование" и "Технологическое место"* позволило отделить место установки оборудования от агрегата, имеющего заводской номер. Это дало возможность корректно отслеживать перемещение оборудования по технологическим местам. Реализован автоматический подсчет наработки по экс-

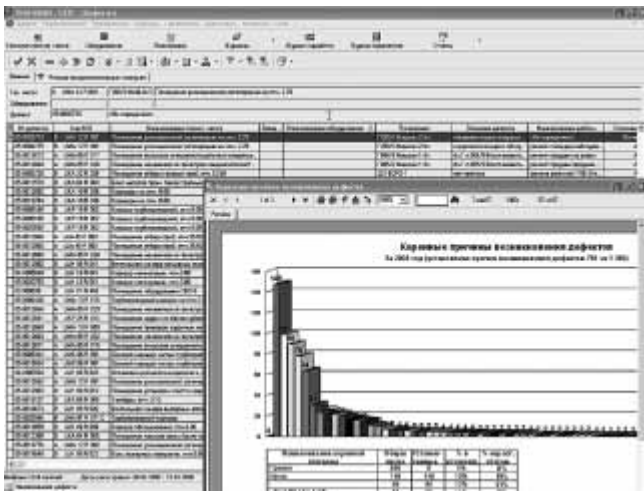


Рис. 2

плуатационному состоянию оборудования, фиксируемо в диспетчерском журнале.

- *Разделение справочника "Ресурсы"* на отдельные справочники. Иерархический "Справочник подразделений и штатных единиц" отражает соответствующую структуру станции с конкретизацией по должностным категориям. "Справочник механизмов" отражает структуру подразделений с конкретизацией принадлежащих им механизмов. "Справочник лиц, имеющих право выдачи наряда-допуска, руководителей работ по нарядам, производителей работ" отражает персонифицированный состав соответствующих лиц. "Справочник профессий" в отличие от справочника штатных единиц конкретизирует уровень квалификации. Привязка профессий исполнителей к работам позволяет планировать их трудоемкость.

- *Создание справочников "Вид оборудования", "Тип оборудования"* позволило исключить ошибки ручного ввода вида и типа оборудования. На этой основе стал возможен анализ данных в разрезах вида и типа. Кроме того, эти справочники содержат всю типовую информацию по оборудованию, которая может легко копироваться при создании новых записей в БД.

- *Накопление данных нарядно-допускной системы.* Реализация алгоритма накопления условий безопасности, отдельных указаний и данных о выдаче нарядов-допусков позволила структурировать информацию с тем, чтобы адекватно впечатывать ее в бланки утвержденной структуры.

*Сводная форма по дефектам.* Реализованный алгоритм представляет собой инструмент оперативного анализа журнала дефектов (рис. 2). В результате анализа формируется статистическая сводная форма по дефектам с возможностью интерактивного перехода к просмотру детальной информации по каждому дефекту. Ранее, до выполнения доработки, имелась возможность формировать сводный отчет по дефектам, однако нельзя было перейти к свойствам дефекта непосредственно из отчета, необходимо было искать дефект в журнале дефектов.

*Анализ надежности.* Появились новые поля для описания дефектов, служба управления надежностью

получила возможность проводить статистический анализ при исследовании надежности.

*Работа с архивом дефектов.* Разработана процедура работы с архивом дефектов непосредственно из системы. В результате данные по дефектам, накопленные за многие годы до внедрения системы, стали доступны пользователям для анализа наряду с текущими данными.

Прежде чем перейти к результатам проекта отметим, что совершенствование функциональности ИС ТОиР продолжается и сейчас. В частности, специалистам НПП "СпецТек" предстоит еще реализовать алгоритмы ведения журналов: "Учета вывода оборудования в ремонт, требующего разрешения главного инженера станции", "Учета диспетчерских заявок на вывод оборудования в ремонт", "Учета цеховых заявок на вывод оборудования в ремонт", "Журнала расследований". Планируется создание алгоритма автоматического контроля сдачи квалификационных экзаменов и наличия действующей записи о медосмотре при формировании наряда (распоряжения), алгоритма составной работы с возможностью создания наряда (распоряжения) на работу или ее часть. Предстоит реализация справочника помещений с возможностью связывания помещения, зафиксированного в справочнике, с технологическим местом и использования его в качестве объекта ТОиР, а также некоторых других функций.

### Результаты проекта

В идеале хотелось бы выразить весь эффект от внедрения информационной системы в виде некой интегрированной суммы в рублях, которую дополнительно получило (сэкономило) предприятие. Однако в данном случае о такой оценке говорить пока преждевременно.

Дело в том, что в нынешней конфигурации ИС ТОиР отсутствует подсистема материально-технического снабжения (МТС), без которой невозможно выйти на финансовые показатели использования ИС ТОиР. Именно поэтому очередным этапом работ на САЭС станет внедрение такой подсистемы на базе соответствующих модулей TRIM. Уже проведено предпроектное обследование, готовится к подписанию договор и проектная документация.

Подсистема МТС в перспективе позволит станции оптимизировать издержки на запчасти и материалы за счет исключения необоснованных и повторных заявок на снабжение ресурсами. Каждая из них будет связана с конкретной работой, при их оформлении будет учитываться актуальная информация об остатках склада, а все действия исполнителей по их формированию и выполнению станут доступны для оперативного контроля. Каждая заявка получит обязательные атрибуты своего подразделения, что позволит минимизировать запасы неликвидов. В целом у станции появится возможность более четко формировать бюджет затрат и обосновывать его перед руководством концерна "Росэнергоатом" и, таким образом, не только решать вопросы текущего финансирования, но и оказывать влияние на разработку отраслевых нормативов.

Тем не менее уже сейчас система весьма полезна для станции, поскольку способствует решению многих ее важнейших задач.

Использование ИС ТОиР для поддержки нарядно-допускной системы и ведения БД по условиям безопасности позволило существенно сократить число ошибок и недостатков при оформлении нарядов-допусков. Накопление такой информации позволит заблаговременно оформлять наряды на запланированные работы, что ускорит допуск персонала к работам в период ремонтов, когда временной фактор важен для их успешного завершения и для сокращения простоев энергоблоков в ремонтах.

Интеграция TRIM с подсистемой календарно-сетевого планирования Primavera создала условия для оптимизации графиков ремонта, поиска вариантов с наименьшими затратами ресурсов.

Система "Десна-2" позволила наладить контроль повторных ремонтов оборудования, организовать выявление их причин и принятие мер по обеспечению качества ремонтов. Электронный "Журнал дефектов" (рис. 2) позволяет отслеживать и анализировать качество устранения дефектов по фактам их повторения. Система позволила выявить недостатки в документировании результатов ремонтов, на основании анализа которых проводится корректировка станционных инструкций.

В результате внедрения ИС ТОиР персонал станции получил инструмент, позволяющий собирать в единую систему и привязывать к конкретной единице оборудования технические данные, эксплуатационные параметры, результаты технического контроля и диагностики, чертежи, технологические схемы, документацию. Состав оборудования представлен с необходимой детализацией, идентифицированы требуемые узлы, детали. Ко всей информации появился оперативный доступ из одной точки — с рабочего места пользователя.

Каждая единица оборудования, описанная в ИС ТОиР, приобрела информационные связи с соответствующими регламентными работами. В итоге все эти работы автоматически попадают в формируемый план ТОиР, который при изменении приоритетов может своевременно корректироваться. План ТОиР, таким образом, в каждый момент времени максимально соответствует реальным задачам и возможностям станции, а его наличие в местах применения обеспечивается сетевыми средствами. Такой план в совокупности с электронным "Журналом выполненных работ" может служить объективным критерием контроля работ, на основе применения фильтров из него можно автоматически получать выборку работ за любой период по заданному подразделению.

К каждой работе в ИС ТОиР можно привязать требуемые запчасти, материалы, трудовые ресурсы, продолжительность, необходимую документацию (технологические инструкции, карты пооперационного контроля, шаблоны отчетов о работе). Благодаря этому, при планировании ТОиР можно автоматически формиро-

вать план обеспечения ресурсами. По факту выполнения работ регистрируется время, трудозатраты, затраченные на выполнение каждой работы ресурсы. Тем самым "Десна-2" реализует свои учетные функции.

С использованием системы реализовано планирование и оформление обходов рабочих мест и закрепленного оборудования руководителями от директора до начальников смен блоков и заместителей, начальников цехов и отделов включительно. ИС ТОиР позволила обеспечить полную прозрачность и контролепригодность результатов этой деятельности.

Для технических руководителей и инспектирующих служб стала доступной информация о выявленных замечаниях по состоянию оборудования, о результатах диагностики, что повысило качество ее анализа. ИС ТОиР позволяет вводить и хранить в БД эксплуатационные параметры ("Журнал параметров/Суточные ведомости эксплуатационных параметров") с возможностью их вывода в виде графиков и прогнозированием тенденций.

Облегчен труд оперативного персонала. В системе автоматизировано ведение наработки оборудования ("Журнал наработки"), регистрация дефектов оборудования ("Журнал дефектов"). Нарядно-допускная система, реализованная в электронном виде, позволяет оперативному персоналу заблаговременно видеть в системе все наряды со статусом "выдано", заранее оценивать весь объем работ на текущий день и готовиться к этим работам. Все операции по регистрации наряда, допуску к работе, закрытию наряда выполняются в электронной форме. При вводе эксплуатационных параметров осуществляется их автоматизированный контроль и выдача сообщений о степени соответствия допустимым значениям. Накопление информации о параметрах позволяет на основе истории их изменения делать прогнозы и заблаговременно готовить корректирующие действия. Регистрация переключений в "Журнале регистрации эксплуатационных параметров и состояний оборудования" дает возможность оперативно получать информацию о текущем состоянии оборудования.

#### Заключение

Актуальность внедрения ИС ТОиР в атомной энергетике очень высока. С одной стороны, это обусловлено перечисленными вначале задачами отрасли, с другой — возможностями информационных систем для решения этих задач. В данном направлении уже сделаны значительные шаги. На Смоленской АЭС принята в промышленную эксплуатацию типовая ИС ТОиР масштаба предприятия "Десна-2". На Курской АЭС начались работы по внедрению аналогичной системы, для чего предусмотрено тиражирование функциональности системы "Десна-2" в части управления ТОиР и информационной поддержки оперативного персонала. В результате выполнения всех предусмотренных техническим заданием работ на Курской АЭС число рабочих мест в системе будет около 800 ед., а число пользователей — порядка 1200 ед.

*Антоненко Игорь Николаевич — начальник отдела маркетинга НПП "СпецТек",*

*Комонюк Олег Викторович — руководитель проекта НПП "СпецТек".*

*Контактный телефон (812) 329-45-60. [Http://www.trim.ru](http://www.trim.ru)*

ПРИЕМ ЗАКАЗОВ С ОКТЯБРЯ 2006 г.

**НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ  
РОССИЙСКИХ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ  
ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ**

# МЕТРАН 150

- ИННОВАЦИОННЫЙ
- ВЫСОКОТОЧНЫЙ
- МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ
- СТАБИЛЬНЫЙ
- НАДЕЖНЫЙ



