

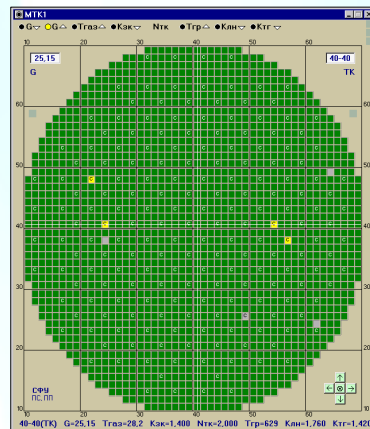
СИСТЕМА «СКАЛА-МИКРО». ИСТОРИЯ ПРОЕКТА

И.И. Десятников

Рассмотрены этапы создания проекта «СКАЛА-микро» в историческом контексте. Система «СКАЛА-микро» обладает характеристиками обеспечивающими качественный контроль АЭС.

Приведены наиболее значимые моменты внедрения системы на энергоблоках различных АЭС.

Ключевые слова: энергоблок АЭС, система «СКАЛА», система «СКАЛА-микро», система «Карат», Ленинградская АЭС, Курская АЭС.



Атомная энергетика России – одна из наиболее успешных отраслей народного хозяйства. Наряду со строительством новых АЭС обеспечивается надёжная эксплуатация энергоблоков АЭС, построенных ещё во времена СССР. При этом полностью соблюдаются международные нормы качества эксплуатации и безопасности АЭС.

Для поддержания качественного уровня функционирования действующих АЭС потребовалось провес-

ти реконструкцию их систем управления. В ближайшее время будет завершена реконструкция систем управления энергоблоков АЭС с реактором РБМК-1000, которые и сейчас сохраняют своё доминирующее положение в атомной энергетике России. Две важнейшие системы определяют облик системы автоматизации АЭС с РБМК-1000 в начале XXI века – КСКУЗ (НИКИЭТ) и «СКАЛА-микро» (ВНИИЭМ).



Блочный пульт управления энергоблока № 3 Курской АЭС



И.И. Десятников



Ю.Д. Проферансов

Система «СКАЛА-микро» заменила созданную во ВНИИЭМ ещё в начале 1970-х гг. систему «СКАЛА». А корни проекта «СКАЛА» уходят в начало 1960-х гг. В это время из ВНИИЭМ выделился в виде самостоятельного института ВНИИЭлектропривод, созданный на базе ЦКБ «Электропривод». Уже тогда функционировали разработанные в ЦКБ «Электропривод» в составе ВНИИЭМ СУЗ реактора ВВЭР первого блока Нововоронежской АЭС и реактора АМБ первого блока Белоярской АЭС. Разработчики СУЗ ВВЭР остались в составе ВНИИЭМ (отдел 26), а разработчики СУЗ АМБ отделились в составе ВНИИЭлектропривод.

Это было время начала применения вычислительной техники для управления технологическими процессами. Ещё отсутствовала теория и практика применения управляющих вычислительных машин (УВМ) на АЭС. Но для молодых амбициозных сотрудников во главе с Ю.Д. Проферансовым запретных тем не существовало. Возникла идея применить УВМ для прямого цифрового управления реактором с целью выравнивания поля энергораспределения и, соответственно, увеличения глубины выгорания топлива. Идея казалась плодотворной, хотя и до настоящего времени нигде в мире, ни на одной из АЭС, ещё не реализовано прямое цифровое управление.

Первым и важнейшим шагом в реализации этой цели было создание информационно-вычислительной системы энергоблока «Карат». Созданию системы «Карат» во многом способствовало появление в СССР Р.Г. Староса и И.В. Берга, молодых учёных, перебежчиков из США, которым были предоставлены возможности для создания бортовой УВМ и её элементной базы. Появившаяся в результате УВМ не была востребована в авиации, но зато была предложена народному хозяйству под маркой УМ-1-НХ. Эта машина имела очень развитое и быстродействующее устройство связи с объектом (УСО), однако объём памяти и скорость счёта были весьма ограничены.



Слева направо: Е.Н. Адрианов, В.С. Махалов, Ю.С. Тюхменев, Л.В. Румянцев, Т.Г. Юмашева, А.Л. Маркус, И.И. Десятников, Л.С. Силина, А.Г. Щедрина, В.Г. Вишневский, И.М. Гольман

Скрупулезное использование чуть ли не каждого бита памяти всё же позволило создать систему с приемлемыми характеристиками. В ней уже тогда присутствовали все основные функции современной информационно-вычислительной системы АЭС, включая расчёт энергораспределения по каналам реактора по показаниям реперных датчиков.

Уникальная для своего времени система «Карат» не имела дальнейших перспектив, поскольку тиражирования реакторов АМБ в силу их существенных недостатков не предполагалось. Однако на систему «Карат» обратили внимание сотрудники отдела автоматизации ГИКП Минсредмаша (в настоящее время ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ», г. Санкт-Петербург). Этот уникальный институт, обладающий опытом проектирования реакторных установок и смежной инфраструктуры вплоть до целых городов – Навои, Сосновый Бор, в то время вёл проектирование АЭС с реактором РБМК. Система «Карат» вполне соответствовала уровню, который требовался для РБМК-1000, и разработчикам «Карата» было поручено создание новой системы.

Разработчики УМ1-НХ к этому моменту создали новое поколение УВМ на элементной базе повышенной живучести, и их пригласили для участия в проекте. Совместная разработка дошла до стадии успешно защищённого техпроекта системы «СКАЛА». Но на пути её создания возникли непреодолимые препятствия из-за ведомственных разногласий. Очередная реорганизация системы управления народным хозяйством (переход от совнархозов к министерствам) развела по разным ведомствам разработчика и изготовителя УВМ, и, соответственно, Минприбор отказался от производства перспективной УВМ разработки Минэлектронпрома в угоду собственной ничем не примечательной разработке ИВ-500. Системе «СКАЛА» грозило небытие, но её спасителем оказался ВНИИЭМ. Институту потребовалась очередная значимая работа, в качестве которой и было выбрано создание системы «СКАЛА». ВНИИЭМ предложил для системы УВМ собственной разработки – «В-3М». Она производилась в Истринском филиале ВНИИЭМ и была на тот момент одной из лучших не только в СССР, но и в мире. В ней было много уникальных для своего времени решений: конструктивы собственной разработки, обеспечивающие хорошую электромагнитную совместимость, вплоть до защиты от ЭМИ, термостатирование памяти, монтаж накруткой и др. УВМ обладала необходимой номенклатурой УСО, высоким для того времени быстродействием, и в её структуре уже были заложены элементы, позволяющие соз-

давать комплексы повышенной живучести. Добродетельное отношение разработчиков УВМ, а главное, личное участие в процессе подготовки решения Н.Н. Шереметьевского (первого заместителя А.Г. Иосифьяна) позволило в кратчайшие сроки принять решение о создании системы «СКАЛА» силами ВНИИЭМ. На совещании пяти министров по вопросу системы «СКАЛА» прозвучала легендарная фраза Н.Н. Шереметьевского: «Есть такая организация!» – и ВНИИЭМ обязался разработать, изготовить и внедрить систему «СКАЛА» в установленные правительством сроки.

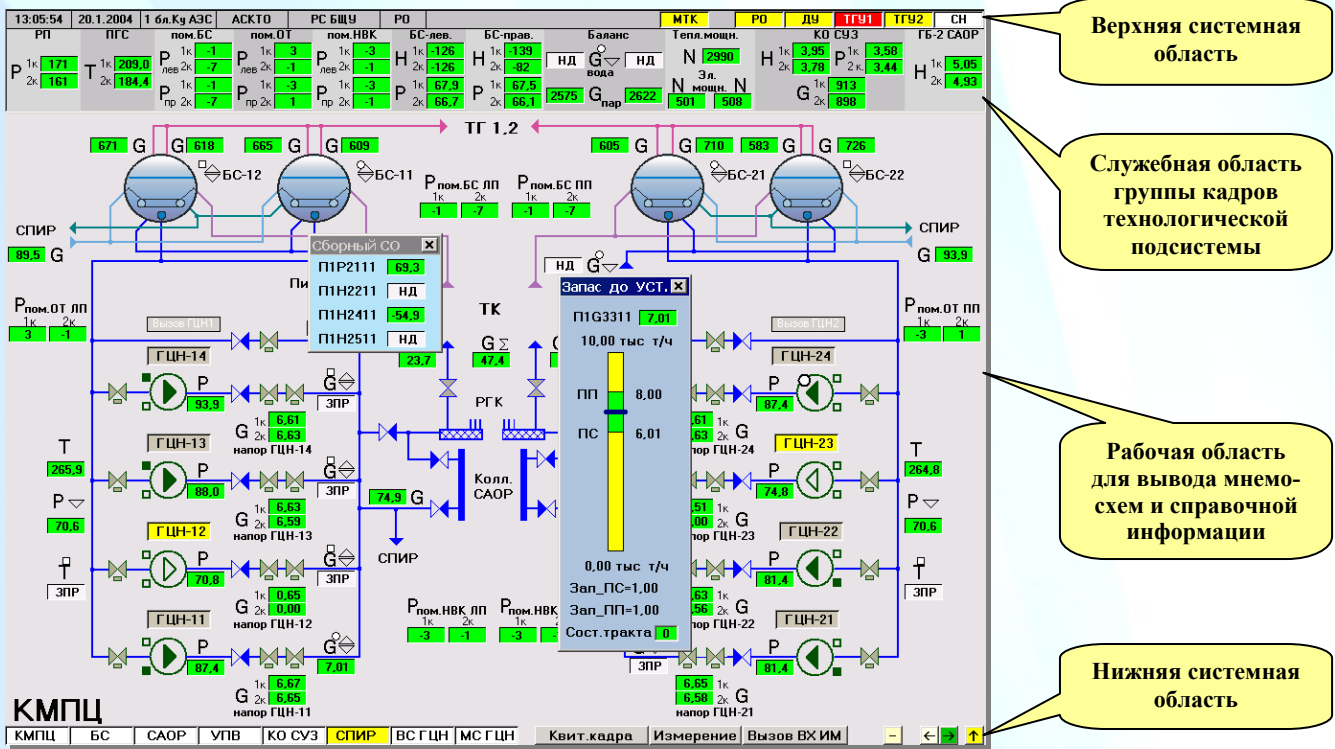
Во ВНИИЭМ были приглашены из ВНИИЭлектропривода разработчики системы «СКАЛА» во главе с Ю.Д. Проферансовым, и ровно через три года был сдан в эксплуатацию головной образец системы «СКАЛА» на первом блоке Ленинградской АЭС.

Несмотря на сжатые сроки, во ВНИИЭМ сумели создать комплексный стенд, изготовить опытный образец системы и провести его полномасштабные стендовые испытания, что позволило устранить выявленные замечания ещё на стадии изготовления головного образца. По настоянию ВНИИЭМ Минсредмаш целевым образом направил на АЭС группу молодых специалистов (в основном выпускников Ивановского энергетического института), которые прошли стажировку на комплексном стенде системы «СКАЛА», и к моменту поставки головного образца системы АЭС была укомплектована грамотным эксплуатационным персоналом. В дальнейшем двое из них (В. Шевалдин и В. Лебедев) стали директорами АЭС (Игналинской и Ленинградской соответственно).

Следует отметить, что такая схема подготовки персонала была принята и для последующих образцов системы «СКАЛА», а наличие полномасштабного стенда позволяло обеспечить сопровождение системы в течение всего срока эксплуатации и в кратчайшие сроки ликвидировать выявившиеся недостатки системы, зачастую без выезда на объекты.

Для обеспечения живучести системы был выбран метод дублирования центрального ядра системы с обеспечением независимого доступа центральных устройств к периферийному оборудованию, который в целом и с успехом применяется и по сей день.

Как показала практика дальнейшей эксплуатации, это обеспечило безотказную работу системы на всех энергоблоках АЭС в течение всего срока службы (более 25 лет на каждом из действующих энергоблоков с РБМК-1000).



Расположение системных и рабочих областей на видеокадре

Следует отметить очень серьёзное отношение Минсредмаша к качеству приёмки работ. Так, председателем МВИ системы «СКАЛА» был назначен выдающийся учёный И.Я. Емельянов (первый оператор атомного реактора), так что подписанный им акт приёмки системы в промышленную эксплуатацию лучше всех наград подтвердил высокое качество выполненной работы.

В процессе внедрения головного образца системы возникла необходимость сбора информации для исследования динамики технологических систем в переходных процессах. С этой задачей ВНИИЭМ успешно справился, и в результате функции системы дополнились важнейшей функцией диагностической регистрации («чёрный ящик»), которая создала базу для исследования аварийных ситуаций, включая в дальнейшем и анализ аварии на Чернобыльской АЭС.

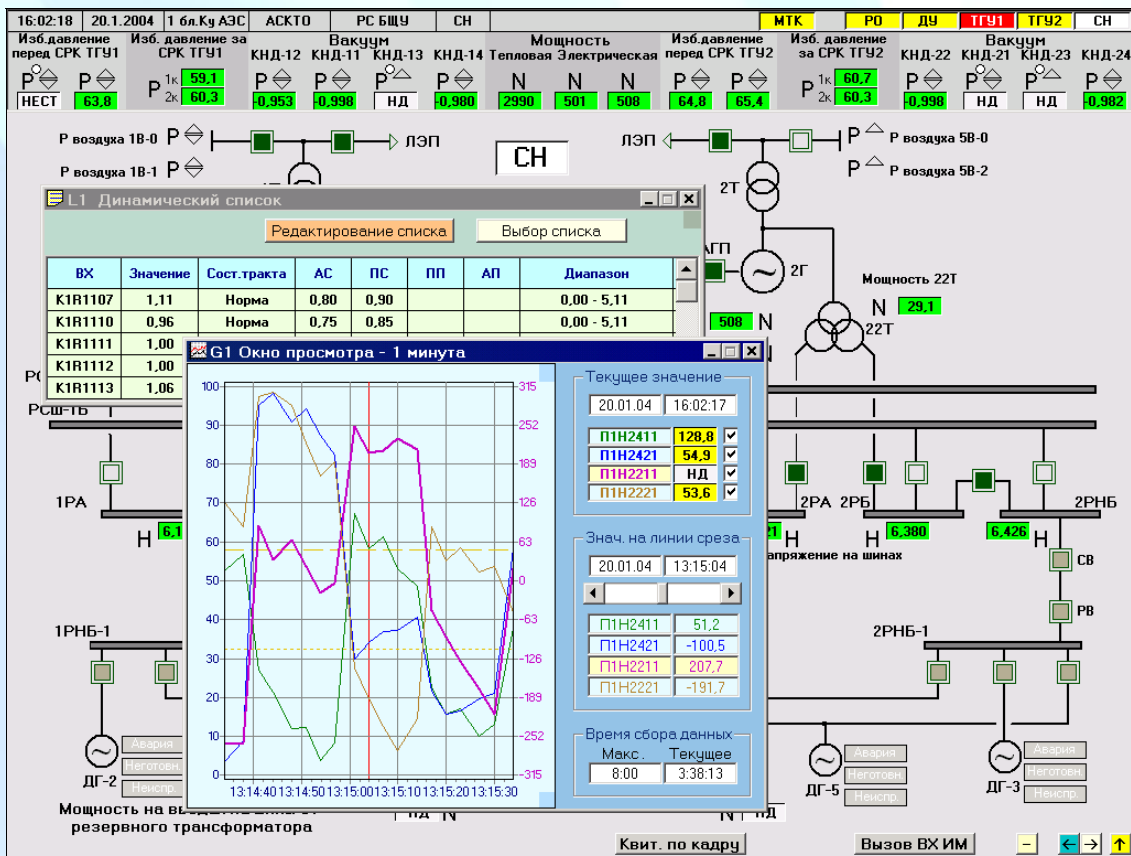
Важнейшей функцией системы был расчёт энергораспределения по реактору на основе результатов физического расчёта реактора, скорректированного по показаниям реперных датчиков и положению стержней СУЗ с учётом выгорания топлива, рассчитанного также в системе. Время счёта программы, ранее реализованной на ЭВМ БЭСМ-6 (с быстродействием более 1 млн. оп/с), составляло более 1 мин. Специалисты ВНИИЭМ выделили в структуре расчёта неоперативную часть и оперативный расчёт локальных мощностей и запасов до кризиса теплосъёма. В результате оперативный

контроль выполнялся с циклом 1 – 2 мин, а неоперативный расчёт – 30 мин (а быстродействие УВМ В-3М – всего лишь 35 тыс. операций с фиксированной запятой в секунду).

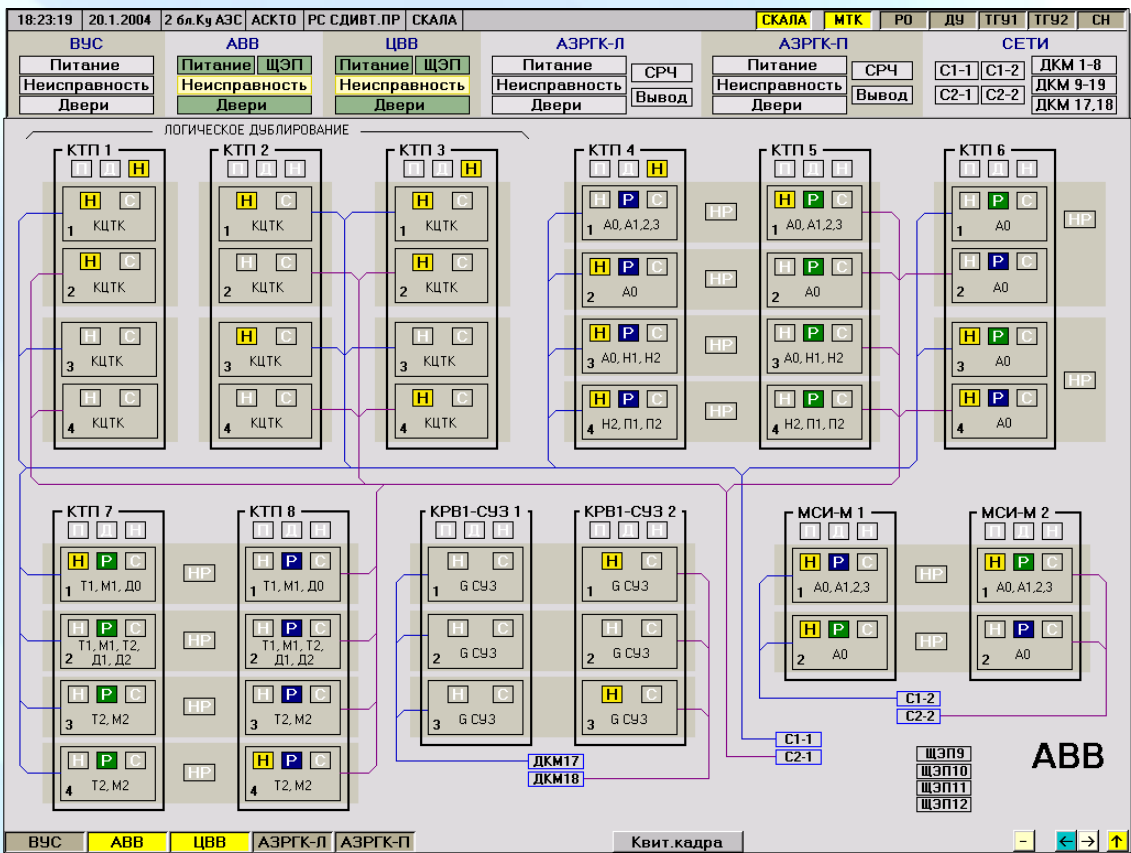
Сдача системы в промышленную эксплуатацию произошла в 1976 г., после чего выполнялось обычное тиражирование системы, и освободились ресурсы для новых разработок. Тем более, что НИКИЭТ создавал реактор нового поколения РБМК-КП (мощностью до 2400 МВт), и ВНИИЭМ было поручено создание системы контроля и управления АЭС следующего поколения – системы «КУРС». Предполагалось реализовать не только задачи контроля на новом уровне качества, но и создать интегрированную систему управления с информационной поддержкой операторов на цветных графических дисплеях. А основой системы была создаваемая во ВНИИЭМ УВМ с повышенной живучестью «ВНИИЭМ-5М».

Для решения столь грандиозной задачи необходимо было объединение усилий различных ведомств и серьёзная поддержка правительства, чего, к сожалению, не произошло. ВНИИЭМ пришлось отказаться от этой грандиозной работы.

Прекратив работы по системам управления АЭС с канальными реакторами, ВНИИЭМ сохранил за собой только СУЗ ВВЭР и сосредоточил свои усилия в области создания спецсистем и на решении внутриведомственных задач автоматизации.



Пример группового графика



Видеокادر системы оперативного контроля аппаратуры аналогового ввода-вывода системы «СКАЛА»



В.К. Калашников

система автоматического управления передвижной АЭС «Памир-630» по заказу инженерных войск. Несмотря на отсутствие серьёзных перспектив самой установки, сама задача создания интегрированной системы управления была чрезвычайно интересной. Кроме того, на этой установке обрабатывался ряд новых перспективных технологий, и в работе были заинтересованы непосредственно министр Е.П. Славский и президент Академии наук СССР А.П. Александров.

К тому времени во ВНИИЭМ была создана УВМ нового поколения В7 под руководством В.М. Долкарта. Уже тогда он предвидел перспективу разработок фирмы Intel, и хотя процессор В7 был всего лишь 8-битным, но в целом это была отличная для своего времени УВМ, во всяком случае, нам удалось реализовать на В7 полномасштабную систему автоматического управления АЭС, включая задачи прямого цифрового управления реактором и технологическим оборудованием, в том числе в аварийных режимах. И регулятор мощности реактора, и алгоритмы функционально-группового управления, включая разгон турбины, и управление реактором при сбросе и набросе электрической нагрузки, и даже управление аварийным расхолаживанием – эти все задачи были реализованы на В7. Наступила перестройка, появились надежды на серьёзный прогресс в народном хозяйстве. На очереди была система управления электродвижением нового атомного ледокола, но произошла авария на Чернобыльской АЭС.

К истории нашего проекта имеет отношение и целая серия других событий, но как ни парадоксально, непосредственное отношение имеет также ротация командования инженерных войск. К руководству в Министерстве обороны пришли молодые, претенциозные генералы, прошедшие Афганистан, и в интересах собственной карьеры они

постарались прикрыть не дающий сиюминутных результатов проект установки «Памир». В силу проблем с последствиями Чернобыльской аварии Минсредмашу и Академии наук было не до защиты этого проекта.

Всё внимание было уделено проблеме повышения безопасности 12 реакторов РБМК-1000, которые продолжали работать на Ленинградской, Курской, Чернобыльской и Смоленской АЭС и вызывали опасение всего мира.

Проблемы модернизации систем управления АЭС ещё с момента предшествующей Чернобылю аварии на АЭС США стояли на повестке дня во всём мире, но теперь были поставлены конкретные задачи и сроки их реализации непосредственно на отечественных АЭС.

ВНИИЭМ сумел реализовать первоочередные мероприятия по повышению безопасности АЭС путём доработки программного обеспечения и системы информационной поддержки операторов действующей системы «СКАЛА», но полномасштабное решение проблемы требовало существенного увеличения ресурсов и, соответственно, замены морально устаревающей УВМ «ВНИИЭМ-3М», успешно отработавшей на Ленинградской АЭС около 15 лет.

В это время в Минэлектротехпроме уже был создан серийный завод для производства МС УВТ разработки ВНИИЭМ (Александровский электромеханический завод), а в Минприборе появилась достаточно современная УВМ СМ1210.

Нами были разработаны предложения по созданию двухуровневой системы «СКАЛА-микро» на базе МС УВТ В7, В9 и контроллеров В10 на нижнем уровне и СМ1210 – на верхнем.

Неформальный документ, выполненный от руки, под названием «Этапы «СКАЛА-микро», способ реализации. Рыба» был представлен академиком Н.Н. Шереметьевским академику А.П. Александрову и получил резолюцию: «Читал и надеюсь». Дата 3 февраля 1988 г. и является датой начала создания системы «СКАЛА-микро».

Внедрение новой техники требовало невероятных усилий, руководители предприятий всеми правдами и неправдами пытались избавиться от всего, осложняющего их спокойную жизнь. АЭМЗ не был исключением и старался всячески отказаться от обязательств. В полном соответствии с бытовавшим в то время анекдотом: «Поменяли местами американского и советского директоров и очень быстро пришлось обоим уволить. Один набрал заказов, а другой, наоборот, отказался от всех».

Так что головной образец системы «СКАЛА-микро» создавался силами только ВНИИЭМ и его Истринского отделения. Для успешного завершения работы требовались кардинальные решения.

Как ни парадоксально, этому способствовал развал СССР. Резкий спад промышленного производства, разрыв производственных связей, снижение качества продукции, проблемы с экологией и т. п. привели к необходимости пересмотра ранее принятых решений.

В новых условиях ВНИИЭМ вынужден был начать отказываться от производства конструктивов и изготовления соединителей собственной разработки, монтажа накруткой и других нерентабельных технологий. Вместе с тем появился свободный доступ к готовой продукции зарубежных фирм. Одновременно резко обострилась конкуренция на рынке систем автоматизации как из-за появления зарубежных разработчиков, так и фирм отечественного ВПК. Международная помощь по повышению безопасности АЭС фактически была направлена на вытеснение отечественного производителя, в Россию пошли устаревшие зарубежные разработки, что привело к дальнейшему отставанию от международного уровня автоматизации АЭС.

Одновременно бурно развивающийся рынок открытых компьютерных архитектур и сетевых технологий позволял в короткие сроки реализовать из покупных компонент высокопроизводительные средства автоматизации.

ВНИИЭМ, сумевший сохранить высококвалифицированные кадры, получил возможность восстановить конкурентоспособность собственных разработок до международного уровня.

В кратчайшие сроки и при минимальных затратах во ВНИИЭМ было организовано производство из покупных компонент персональной ЭВМ в промышленном исполнении (ППЭВМ «ЭКСПРО»). Помимо выпуска рабочей конструкторской документации, были проведены все необходимые испытания, подтверждающие право поставки ППЭВМ на АЭС.

В НИИ «Новатор» (ранее Истринское отделение ВНИИЭМ) было организовано для АЭС производство микроконтроллеров В10 на покупных конструктивах и элементной базе (в основном импортных). ВНИИЭМ смог реально приступить к реализации проекта «СКАЛА-микро» на действующих АЭС. Дело оставалось за малым, всего-навсего было необходимо финансирование, но в начале 1990-х гг. возможность реального финансирования проекта такого уровня отсутствовала.

Понадобились ещё почти 10 лет, чтобы задача реконструкции систем автоматизации АЭС приобрела реальное финансирование.

В целях поддержания приемлемого состояния системы «СКАЛА» при ограниченном финансировании была принята концепция поэтапной реконструкции.

В качестве первоочередной задачи было намечено внедрение вычислительной сети верхнего уровня (ЛСВУ) на основе ПЭВМ в промышленном исполнении и сети Ethernet. Реализация ЛСВУ не требовала специального останова энергоблока и могла быть выполнена в короткие сроки при минимальном финансировании.

Внедрение ЛСВУ позволяло:

- повысить эксплуатационную надёжность за счёт перевода функций расчёта на верхний уровень, что давало возможность обеспечить 100% резервирование оборудования для всех функций;
- повысить оперативность расчёта энергораспределения, появилась возможность реализации объёмного энергораспределения;
- создать систему информационной поддержки оператора на дисплейных средствах.

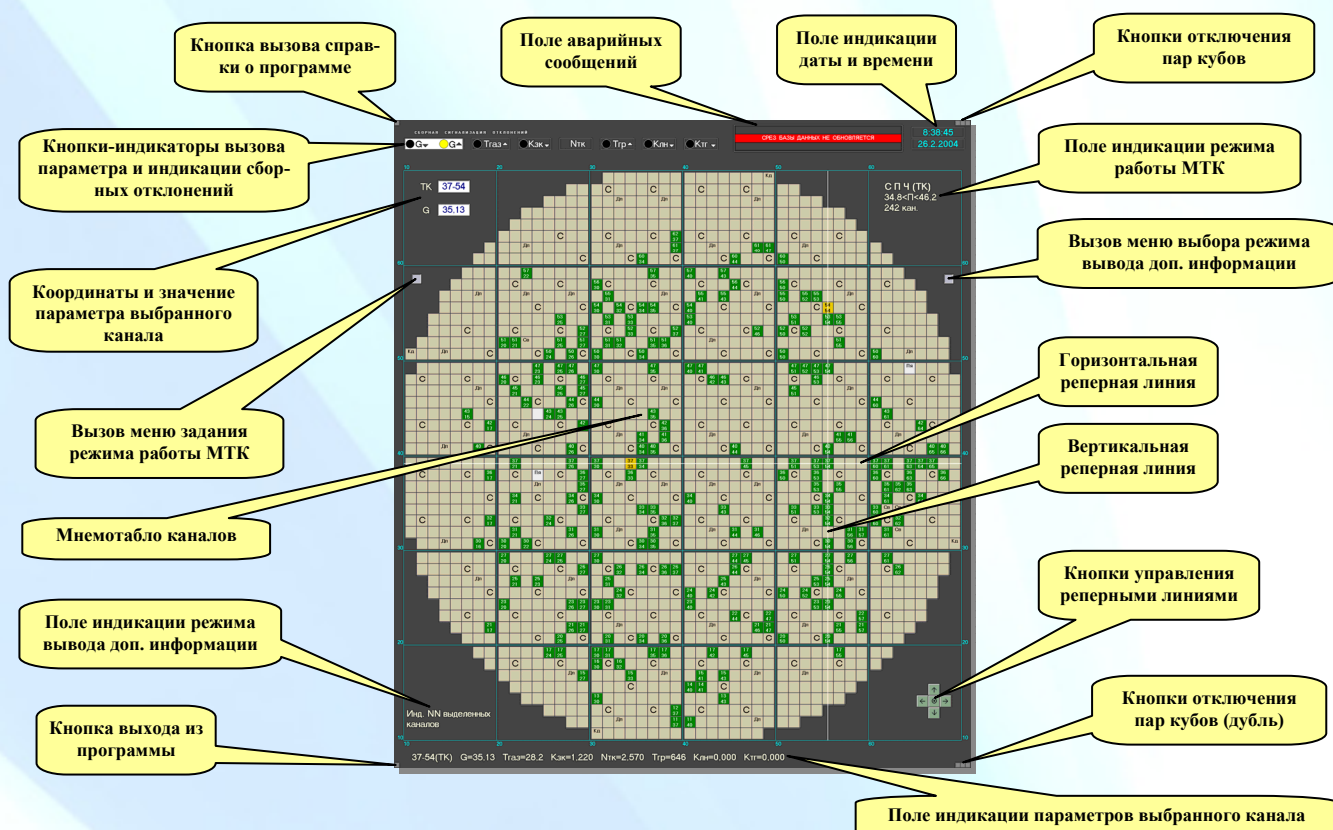
Таким образом, внедрение ЛСВУ существенно приблизило систему к современному международному уровню.

Уже к середине 1990-х гг. была внедрена ЛСВУ на первой очереди Ленинградской АЭС, и начата реализация ЛСВУ на первой очереди Курской АЭС, а также на первом энергоблоке Смоленской АЭС.

В качестве второго этапа реконструкции была принята задача замены УВК «ВНИИЭМ-3М» по мере выработки физического ресурса.

Для реальной замены УВК «ВНИИЭМ-3М» в условиях ограниченного финансирования на первой очереди Ленинградской АЭС был принят усечённый вариант системы «СКАЛА-микро» – «СКАЛА-М». В этой системе верхний уровень был реализован на ППЭВМ ЭКСПРО, а на нижнем уровне были применены МС УВТ В7/В9, и сохранён комплекс связи с объектом (КСО) системы «СКАЛА». Несмотря на снятую с производства элементную базу («Логика-Т» разработки начала 1970-х гг.), наличие достаточного ЗИП и хорошее фактическое состояние оборудования позволяло продлить ресурс оборудования ещё на длительный срок.

Как показала практика дальнейшей эксплуатации, КСО успешно отработал на Ленинградской АЭС ещё около 10 лет. В 1996 г. закончилась длительная эпопея с внедрением системы «СКАЛА-М». УВК «ВНИИЭМ-3М» был демонтирован на первой очереди Ленинградской АЭС.



Пример изображения, выводимого на экран коллективного пользования

Полномасштабные работы по замене систем «СКАЛА» на «СКАЛА-микро» начались только после ликвидации политики взаимозачётов и восстановления финансовой системы при правительстве Примакова. К руководству Минатомом к тому моменту пришёл очень грамотный и энергичный профессионал, директор НИКИЭТ Е.О. Адамов. Он объединил все действующие АЭС под единым руководством в рамках концерна «Росэнергоатом» и добился выделения отдельной инвестиционной составляющей в тарифе на электроэнергию АЭС.

Вместо того, чтобы пойти на поводу у Запада и начать закрывать энергоблоки АЭС с реактором РБМК (как это сделали Украина и Литва), под руководством Е.О. Адамова были проведены НИР и ОКР, доказавшие ядерную безопасность АЭС с РБМК после реконструкции и последующего продления их ресурса, консолидированы средства, и начата поэтапная реконструкция. В перечень первоочередных работ по реконструкции систем автоматизации АЭС была включена система «СКАЛА-микро» и разработанная ВНИИЭМ новая система контроля расхода воды в каналах реактора на МС УВТ В10 – система КРВ.

Работы на первой очереди Курской АЭС были начаты в 2000 г., и за два года был введён в эксплуатацию пусковой комплекс системы «СКАЛА-микро» на первом энергоблоке Курской АЭС, а 31.05.2004 г. были проведены МВИ полномасштабного референтного образца системы «СКАЛА-микро» на втором энергоблоке Курской АЭС. Понадобились долгие 16 лет, чтобы выполнить обещание, данное А.П. Александрову после аварии на Чернобыльской АЭС.

На АЭС появилась система «СКАЛА-микро», созданная специалистами ВНИИЭМ на уровне новейших систем автоматизации АЭС. Разработанные средства управляющей вычислительной техники В10Р и ППЭВМ позволили ВНИИЭМ создать и внедрить в России и за рубежом конкурентоспособные средства электрооборудования СУЗ реакторов ВВЭР.

С 2004 г. работы по системе «СКАЛА-микро» перешли в стадию промышленного тиражирования.

Сегодня внедрены системы «СКАЛА-микро» на всех энергоблоках Ленинградской и Курской АЭС (по 4 энергоблока) и на первом блоке Смоленской АЭС.

Сегодняшняя система обладает характеристиками, обеспечивающими не только качественный контроль АЭС в стационарных и переходных режимах, но и обеспечивает возможность супервизорного и даже прямого цифрового управления АЭС.

Наконец, спустя 50 лет после начала применения УВМ для автоматизации АЭС, появилась реальная возможность создания системы прямого цифрового управления, но это уже за рамками истории данного проекта.

Проекты систем «СКАЛА» и «СКАЛА-микро» состоялись во многом благодаря В.К. Калашникову, генеральному конструктору электрооборудования для АЭС. Известна его неоценимая роль в создании отечественной электротехники для АЭС, лично он обеспечил руководство всеми работами по восстановлению электротехнического оборудования при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Мне повезло быть участником данного проекта от самого начала до успешного завершения. Начинали этот проект очень молодые разработчики, даже руководитель Ю.Д. Проферансов не вышел из возраста молодого специалиста (до 35 лет). Он собрал хороший коллектив энтузиастов: И.И. Десятникова, системного интегратора, а затем и главного конструктора системы; Л.В. Румянцева, разработчика устройства сигнализации; А.Г. Щедрина, автора технологических алгоритмов; Т.Г. Юмашеву, системотехника и программиста; Г.И. Лаженцева, обеспечившую привязку к объекту всех комплектов системы «СКАЛА»; И.А. Иванову, автора информационной модели. Чуть позже к ним присоединились В.Г. Вишневский, разработчик устройств связи с объектом; В.С. Махалов, уникальный монтажник и наладчик, и А.С. Маркус, конструктор и технолог. Они стали костяком отдела 38, история которого во многом повторяется с историей проекта «СКАЛА». И почти столь же молодыми были сотрудники Истринского отделения ВНИИЭМ, создатели управляющего вычислительного комплекса УВК «ВНИИЭМ-3М» системы «СКАЛА»: И.А. Карасев, А. Воробьев, Е. Черноусов, Е. Козлов, Б.И. Трошин, разработчики вычислительных средств; В.Ф. Ткач, разработчик уникального программного комплекса, Н.С. Казачков (в дальнейшем сотрудник ВНИИЭМ), обеспечивший создание и внедрение на всех энергоблоках АЭС с реактором РБМК-1000 комплекса программ расчёта энергораспределения – комплекса ПРИЗМА, и сегодня Н.С. Казачков продолжает внедрять систему на АЭС.



Е.А. Завьялов

А.К. Савин

В.Н. Меркулов



А.В. Петров

С.Ю. Жук и Т.Е. Анпилова

А к началу разработки системы «СКАЛА-микро» в отделе появились и Т.Е. Анпилова, принявшая на себя все трудности создания современного программного комплекса, и А.В. Михеев, вместе с С.Д. Джумаевым создавший автономный ДРЕГ, а затем и аппаратуру КРВ, и В.Н. Эктов, разработчик центральных устройств комплекса АЗРГК, и Е.А. Завьялов, разработчик средств сигнализации; А.К. Савин и М.В. Казачкин, взявшие на себя сложную и ответственную работу по проектированию привязки к объекту. Затем к ним присоединились С.Ю. Жук, автор ППЭВМ ЭКСПРО, К.А. Малюкко, создавший на основе этих ППЭВМ дублированные вычислительные сети для АЭС, А.Н. Грачёв, разработчик аналоговых УСО, А.В. Петров, руководивший разработкой программного обеспечения устройств нижнего уровня и Е.И. Хухрева, конструктор и технолог. Особо следует отметить роль И.И. Десятникова и С.Д. Джумаева, в продвижении идеи о внедрении системы «СКАЛА-микро» на всех 11 энергоблоках в умах специалистов концерна «Росэнергоатом», определяющих техническую политику, и В.Н. Меркулова, владеющего искусством взаимодействия с чиновниками самого высокого уровня. Современный облик системы информационной поддержки операторов

РБМК появился в основном благодаря неувядающему тандему В.В. Лурье и Н.К. Молчановой, создавшим и постоянно развивающим систему представления информации на дисплейных средствах оперативному персоналу, управляющему энергоблоком.

Сегодня отдел продолжает развиваться, пришло много молодых сотрудников, и обновлённому отделу во главе с молодыми руководителями вполне по силам новые масштабные работы не ниже уже ставшего историей проекта «СКАЛА-микро».

Поступила в редакцию 09.08.2011

Иосиф Ильич Десятников, главный конструктор, т. (495) 624-84-31, e-mail: vniiem@orc.ru.