

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В НПП ВНИИЭМ

В.А. Соколов, Т.Н. Галкина

Дается краткий обзор истории разработки и изготовления электрооборудования для систем управления и защиты для АЭС с реакторами типа ВВЭР.

Ключевые слова: водо-водяной реактор (ВВЭР), электрооборудование, синхронно-реактивный двигатель, система управления и защиты, энергоблок.

В настоящее время ФГУП «НПП ВНИИЭМ» является ведущим предприятием в атомной отрасли по разработке и изготовлению электрооборудования для систем управления и защиты для АЭС с реакторами типа ВВЭР. Путь, проделанный целым коллективом разработчиков и конструкторов и сделавший наш институт лидером в этой отрасли, был длинным и порой очень непростым, наполненным напряжёнными буднями, бессонными ночами испытаний и радостями пусков.

А начиналось это так...

В 1958 г. специальное конструкторское бюро (СКБ) под руководством Г.А. Попова и В.Л. Бер-

шадского получило задание от Минэлектротехпрома принять участие в создании первого корпусного водо-водяного реактора ВВЭР-1 электрической мощностью 210 МВт.

СКБ было поручено разработать, изготовить и поставить электрооборудование системы управления и защиты и систему перегрузки ядерного топлива энергетического реактора.

Эту работу выполняли вместе с Г.А. Поповым молодые выпускники Московского энергетического института: В.К. Калашников, А.И. Журавлев, Э.А. Бехман, В.Н. Фурлетов, а также А.М. Каменский, С.Я. Дунаевский, Л.С. Богданович и В.С. Звездин.



В первом ряду (слева направо) – Г.А. Попов, А.И. Савин, В.Л. Бершадский; во втором ряду – Г.Н. Вьюнов, В.К. Калашников, Л.С. Богданович, В.С. Красовский, Ф.Ш. Сакаев; в третьем ряду – В. Русаков, Э.А. Бехман, М.Е. Черномордик, Е. Бартнев, Н.Д. Полунина, М.Е. Курганова, З.Я. Яснова, Л.М. Рубинчик, В.Н. Журин

Постановка задачи этой интереснейшей и уникальной работы была сформулирована в виде технических требований специалистами ОКБ «Гидропресс» Л.А. Хохлачевским, В.П. Денисовым, В.Д. Шмелевым, а также физиками – сотрудниками Института атомной энергии им. Курчатова: С.А. Скворцовым, В.А. Сидоренко, Г.Л. Луниным, В.Ф. Остащенко и А.Н. Камышаном. Надо сказать, что и до настоящего времени ОКБ «Гидропресс» и РНЦ «Курчатовский институт» являются соответственно Главным конструктором и Научным руководителем реакторных установок типа ВВЭР.

Опыта разработок для таких ядерных установок у коллектива СКБ не было, хотя параллельно велись работы над системой управления движителями первого атомного ледокола «Ленин». Именно за успешную работу коллектива СКБ по созданию системы управления для атомного ледокола «Ленин» многие сотрудники СКБ были награждены правительственными наградами, а Г.А. Попов стал лауреатом Ленинской премии.

В 1959 г. ряды СКБ пополнились новыми выпускниками МЭИ. В лабораторию С.Я. Дунаевского, занимающуюся моделированием теплотехнических процессов и процессов регулирования мощности ядерных установок, пришли молодые и талантливые специалисты Ю.Н. Ольшевский, Л.Н. Голянд, О.А. Крылов. Именно их работы легли в основу создания первого регулятора мощности реактора.



Атомный ледокол «Ленин»



Нововоронежская АЭС

Электротехника и электроника конца пятидесятых – начала шестидесятых была громоздкой, малофункциональной и, по сегодняшним меркам, примитивной. Главным компонентом электроники тогда были электронные лампы, заменяющие диоды, триоды и усилители. Срок их службы исчислялся только сотнями часов, в то время как заданный срок непрерывной работы энергоблока составлял один год – период рабочей кампании, равный времени между перегрузками топлива в реакторе.

Одной из трудностей, с которой столкнулся коллектив ОКБ «Гидропресс» при создании реакторной установки, было создание приводов для органов регулирования СУЗ, которые, находясь под крышкой реактора внутри первого контура, должны были выдерживать высокое давление до 120 атм и температуру более +100°C.

Создание этого уникального электродвигателя было поручено ВНИИЭМ – отделу под руководством И.Н. Чарахчана.

Результатом трехлетней напряжённой работы стал синхронно-реактивный двигатель РД, созданный в 1961 г. и до настоящего времени работающий на всех действующих АЭС с реакторами ВВЭР-440 в России и за её рубежами.

В конце 1960 г. указом Минэлектротехпрома СКБ в полном составе во главе с Г.А. Поповым был переведён во ВНИИЭМ, к А.Г. Иосифьяну, и стал отделом 26 ВНИИЭМ.

В начале 1961 г. на территории Опытного завода ВНИИЭМ был построен под атомную энергетику пятиэтажный лабораторный корпус, где на третьем этаже и разместили весь отдел.

Стройка первого энергоблока Нововоронежской АЭС шла ударными темпами, и в таком же ударном темпе работал и коллектив ВНИИЭМ.

В 1961 – 1962 гг. начались первые испытания в составе привода СУЗ наших электродвигателей РД, сельсинных указателей положения и преобразователей частоты на горячем стенде ОКБ «Гидропресс» в Подольске. Ведущие специалисты день и ночь участвовали в круглосуточных стендовых испытаниях.

Не всё шло гладко, многое приходилось менять и дорабатывать по результатам испытаний, но конечный результат оказался положительным.

В 1962 г. состоялись государственные межведомственные испытания приводов СУЗ, которых было три типа, для трёх типов органов регулирования, предназначенных для автоматического регулирования, аварийной защиты и компенсации реактивности. Все привода были приняты межведомственной комиссией и переданы в про-

изводство для изготовления штатных образцов. В 1962 г. нашим Опытным заводом был изготовлен в полном объёме комплекс электрооборудования СУЗ, который в начале 1963 г. был отправлен на Нововоронежскую АЭС.

Весь 1963 г. на АЭС велась наладка оборудования. Приказом А.Г. Иосифьяна руководителем работ на площадке первенца советской атомной энергетики был назначен Владлен Константинович Калашников, его заместителем – Эдуард Альфредович Бехман.

В наладке и сдаче электрооборудования СУЗ принимали участие Ю.Н. Ольшевский, А.И. Журавлев, А.М. Каменский, Г.П. Жилкин, В.Н. Фурлетов, Н.И. Лозицкий, М.А. Родионов, В.А. Соколов и многие другие сотрудники отдела – это был дружный, хорошо слаженный и работоспособный коллектив.

Постоянно на площадке АЭС находилась бригада из 6 – 7 человек, а в ответственные периоды – до 10 – 12 человек. Наладка и испытания оборудования проходили, в основном, спокойно и уверенно.

Середина августа 1964 г. ознаменовалась загрузкой топливных кассет, а с сентября начались основные работы по подготовке к физическому пуску реактора, который и был успешно проведён в том же месяце.

И, наконец, 27 декабря 1964 г. первый энергоблок первой советской атомной электростанции был пущен, и его мощность была доведена до проектной (210 МВт).

Это был настоящий праздник, настоящая победа всех организаций, вложивших свой интеллект, свои знания и труд в создание этого энергоблока, и, конечно, в первую очередь это была победа Курчатовского института и ОКБ «Гидропресс». Только спустя много лет академик А.П. Александров сказал: «Мы пуска первого блока очень боялись – теоретически всё рассчитали, а практически, как он поведет себя, нам было неизвестно, опыта у нас в этом не было».

Судьба первого блока Нововоронежской АЭС была успешной, он отработал свои 30 лет в основном на повышенной мощности в 240 – 250 МВт, а теперь прошло уже более 10 лет, как он был выведен из эксплуатации.

Полученный при создании ВВЭР-1 опыт стал основой для дальнейшего развития АЭС с реакторами типа ВВЭР.

В это же время по проекту и при содействии Советского Союза началось сооружение АЭС «Грайфсвальд» в ГДР. Это был энергоблок электрической

мощностью 70 МВт, который в 1965 г. был успешно введён в эксплуатацию. Много сил в наладке и пуске этого блока отдали Э.А. Бехман и Н.И. Лозицкий, который и сегодня является одним из ведущих специалистов отдела. Энергоблок АЭС «Грайфсвальд» проработал достаточно долгое время и был остановлен в первый год объединения Германии.

Нельзя не остановиться и на создании второго энергоблока Нововоронежской АЭС. Реактор этого энергоблока имел корпус тех же габаритов, что и у первого энергоблока, но электрическая мощность была практически в два раза выше – 365 МВт. Такое повышение мощности реактора оказалось возможным за счёт увеличения расхода воды через реактор, увеличения поверхности теплосъёма от топливных кассет и, наконец, за счёт увеличения теплообмена парогенераторов. Улучшились и экономические показатели: удельная стоимость установленного киловатта мощности снизилась почти в два раза. Впервые на этом блоке органы регулирования стали универсальными, их было 37, разбитых на шесть групп.

Во второй половине 1960-х гг. в отделе произошли организационные перестановки: на должность Главного инженера ВНИИЭМ ушёл В.Л. Бершадский, заместителем начальника отдела назначили В.К. Калашникова, были созданы две комплексные лаборатории, которые возглавили Э.А. Бехман и В.Н. Фурлетов. Отдел пополнялся новыми кадрами: пришёл на работу В.Ф. Бемян, уже имеющий опыт разработки систем автоматики, и молодежь, не имеющая такого опыта, – А.А. Будяков, Н.Н. Бойко, Т.М. Афанасьев, А.Ю. Борисов, Т.Н. Галкина и многие другие.

В шестидесятые годы электроника и электротехника в СССР сделала большой скачок. Вместо электронных ламп появились диоды и транзисторы, значительно обновился ряд электротехнических реле, контакторов, автоматических выключателей и, наконец,



Шкаф ШСР

появилась первая логика «Т» для схем автоматики.

Вся молодежь отдела активно включилась в изучение этих новых средств. Днями и ночами просиживали в лабораториях, собирая и испытывая устройства, которые должны были быть использованы в новом электрооборудовании СУЗ.

Лаборатории отдела чётко разделились по направлениям: лаборатория Ю.Н. Ольшевского (Л.Н. Голянд, Н.Н. Бойко, А.Ю. Борисов, Т.М. Афанасьева) занималась созданием новых систем регулирования мощности реактора; А.И. Журавлев, Н.И. Лоцицкий и А.А. Будяков создавали преобразователь для управления и силового электропитания приводов органов регулирования; лаборатория А.М. Каменского и его ведущие специалисты С.П. Квасников и Л.С. Тимофеев разрабатывали оборудование системы аварийной защиты; комплексная лаборатория В.Н. Фурлетова (Э.А. Бехман, В.Ф. Белян, В.А. Соколов, М.А. Родионов, Л.П. Кочанова, Е.П. Журавлёва, З.Я. Яснова) создавала оборудование системы группового и индивидуального управления (СГИУ) и связывала в единое целое разработки всех подразделений отдела. Это единое целое и был комплекс электрооборудования СУЗ.

В отделе был очень сильный конструкторский сектор, руководимый сначала Е.М. Сытниковой, а затем Г.Н. Вьюновым.

Наладка электрооборудования второго блока Нововоронежской АЭС далась отделу нелегко. Если на первом блоке молодежь чувствовала себя спокойно за спиной и опытом старших товарищей, то на втором блоке пришлось всё брать на себя. Были назначены два руководителя бригад В.Ф. Белян и В.А. Соколов, которые, перекрывая друг друга, обеспечивали трёхсменную работу коллектива. Практически трижды пришлось переремонтировать шкафы СГИУ, набитые нашей любимой логикой «Т». Тогда впервые на блоке столкнулись с помехоустойчивостью. Это теперь есть нормативные документы, обязательные испытания на помехоустойчивость, меры борьбы с ней. А в те годы мы боролись со «злосчастными» помехами на ощупь, поняли, каким важным фактором был электромонтаж внутри блока, шкафа, в полной мере оценили значение заземления и его качества.

Выручало одно – дружный коллектив, в котором не было ни одного случая, когда уставшие люди отказывались поработать ещё 2 – 4 часа, слово «надо» и честь фирмы были тогда главными для специалистов ВНИИЭМ.

Однажды далеко за полночь на щите СУЗ появились директор АЭС Ф.Я. Овчинников и академик А.П. Александров.

Федор Яковлевич Овчинников познакомил В.А. Соколова с Анатолием Петровичем, сказав, что он руководитель бригады. Александров заинтересовался причиной наших проблем и уверенно ободрил нас, сказав, что мы обязательно победим электронику, и у нас всё получится.

И, действительно, будто наколдовал: с тех пор у нас больше не было крупных проблем.

27 декабря 1969 г. состоялся энергопуск второго блока Нововоронежской АЭС. Это был наш первый выстраданный блок, и все, кто принимал участие в его наладке, испытаниях и пуске, запомнили его на всю жизнь.

В 1965 – 1968 гг. отдел участвовал в работе над уникальным блоком КС-150, который был построен в Чехословакии. Реакторная установка этого блока, приводы и система СУЗ были близки к знакомому нам реактору ВВЭР-1, а второй контур был новым и уникальным, с газовыми турбинами, разработанными и изготовленными чешской фирмой «Шкода». Работа над проектом велась в тесном содружестве с чешскими специалистами. Наш отдел, в котором ответственным исполнителем по этому проекту был М.А. Родионов, успешно завершил все стадии разработки, испытаний, изготовления и сдал оборудование заказчику.

Но... наступил 1968 г., когда техника уступила место политике. Не хочется вспоминать о необоснованных рекламациях и претензиях чехословацких специалистов. Когда обстановка в Чехословакии стала более спокойной, блок начали готовить к этапу пусконаладки. В части реакторной установки и, соответственно, нашего оборудования всё прошло нормально, а вот с турбинами начались проблемы: газовые турбины работали ненадёжно. Блок всё же был пущен, но не надолго.

А советская атомная энергетика в 1968 г. приступила к созданию серии новых блоков, которые потом стали называть ВВЭР-440. Планировали ввести в эксплуатацию блоки 3 и 4 Нововоронежской АЭС, отработать на них все проектные решения, а затем сделать эти реакторные установки серийными.

Работа над созданием этих двух блоков была поручена лаборатории Э.А. Бехмана и продолжалась три года, с 1969 по 1971 гг. В системе управления этими блоками было много новаторских решений: в качестве привода впервые использовался новый синхронно-реактивный электродвигатель, разработанный ВНИИЭМ, оборудование СГИУ полностью было выполнено на логике «Т», впервые А.А. Будяковым был разработан групповой тиристорный преобразователь для приводов органов регулирования (ОР).

28 декабря 1971 г. Государственная приёмочная комиссия подписала акт о сдаче блока 3 Нововоронежской АЭС в эксплуатацию, а уже в июне 1972 г. блок вышел на проектную мощность. Затем в декабре 1972 г. был произведён энергетический пуск блока 4 Нововоронежской АЭС и всего за 83 дня был выведен на проектную мощность.

Энергоблоки 3 и 4 Нововоронежской АЭС находятся в эксплуатации и по настоящее время, правда в 2001 – 2002 гг. нами совместно со специалистами «СНИИП-СИСТЕМАТОМ» была проведена частичная модернизация оборудования.

Параллельно с созданием оборудования для блоков 3 и 4 Нововоронежской АЭС велись работы над оборудованием системы управления и защиты для другого серийного реактора ВВЭР-440 (В-230).

Работа над этим блоком совпала с новыми организационными изменениями в отделе: на должность заместителя директора института перешел В.К. Калашников. Это была большая «потеря» для отдела, но с другой стороны мы были горды оценкой дирекции нашего специалиста. Заместителем начальника отдела стал В.Н. Фурлетов, а Ю.Н. Ольшевский возглавил лабораторию, основным направлением которой стало создание систем автоматического регулирования мощности. До настоящего времени на всех реакторах типа ВВЭР работают регуляторы АРМ (автоматическое регулирование мощности), алгоритмы и принцип работы которых были созданы Ю.Н. Ольшевским, Л.Н. Голяндом и Н.Н. Бойко.

В 1971 г. работы над проектом были закончены, а в 1972 г. наше оборудование было поставлено на первый блок Кольской АЭС. Ответственным за наладку от ВНИИЭМ был назначен В.В. Кряжевский, впервые на этом блоке к наладке была привлечена специализированная наладочная организация под руководством А.А. Колоницкого.

В июне 1973 г. был осуществлён физический пуск блока, и в том же году блок вышел на номинальную электрическую мощность в 440 МВт. Этот блок запомнился не только рабочими моментами: на Кольском полуострове большинство из нас впервые увидели белые ночи и северное сияние.

За период с 1973 по 1978 гг. было построено и введено в эксплуатацию 14 энергоблоков с реакторами ВВЭР-440 (В-230): по два блока – на Кольской и Армянской АЭС; четыре блока – на АЭС «Козлодуй» в Болгарии; четыре блока – на АЭС «Грайфсвальд» в ГДР и два блока – на АЭС «Богунице» в Чехословакии.

География разработок ВНИИЭМ расширялась, и это не могло не радовать!

Хочется отметить, что тогда для Армянской АЭС впервые оборудование было разработано в сейсмостойком исполнении. Во время разрушительного землетрясения в Спитаке все ТЭС и ГЭС Армении получили повреждения, а Армянская АЭС работала на полную мощность, но затем всё-таки была остановлена на длительный период по решению правительства Армении (спустя 5 лет один блок был вновь пущен и успешно работает до сих пор).



Рабочий момент на АЭС «Ловииза». Слева направо: А.М. Каменский, В.К. Калашников, В.А. Соколов, Ю.Н. Ольшевский, С.П. Квасников



**На щите СУЗ АЭС «Ловииза»
В.А. Соколов и Н.И. Лозицкий**

Работа по созданию и пуску АЭС с реакторами В-230 была высоко оценена правительством СССР: многие сотрудники отдела были награждены орденами и медалями, а В.К. Калашников стал лауреатом Государственной премии.

В 1973 г. коллектив приступил к созданию нового проекта ВВЭР-440 (В-213) повышенной безопасности, который имел контаймент, закрывающий реактор и весь первый контур, и должен был отвечать американским и европейским требованиям и правилам по безопасности, действующим в то время.

Этот проект должен был быть претворён в жизнь на двух энергоблоках АЭС «Ловииза» в Финляндии. В это же время СССР и Финляндия подписали контракт с очень жёсткими требованиями по приёмке оборудования. С финской стороны приёмку оборудования производила независимая инспекция (специалисты их называли «властями»), а с советской – военная приёмка.

Ответственным исполнителем проекта и руководителем работ на площадке АЭС приказом директора ВНИИЭМ был назначен В.А. Соколов.

Учитывая специфику реакторной установки, в оборудовании проекта В-213 было много новизны

(новый привод РД4В, новый датчик положения ОР ЛД1, индивидуальные преобразователи частоты для управления отдельными ОР, впервые разработанное устройство разгрузки и ограничения мощности).

Этот проект дал нам очень хороший опыт работы: разработка документации, соответствующей международным требованиям, перевод на английский язык, впервые проведённые испытания на пожегоустойчивость, проведение и правильное оформление протоколов испытаний не только на каждый шкаф, но и на каждый блок и модуль.

Два с половиной года весь коллектив отдела, не покладая рук, работал над этим проектом и, наконец, получил от финского надзорного органа разрешение на изготовление оборудования СУЗ, которое началось на нашем Опытном заводе.

С конца 1975 г. и весь 1976 г. на площадке АЭС проводились пусконаладочные работы нашего оборудования силами специалистов отдела и монтажников Опытного завода.

Площадка АЭС располагалась на острове, соединённом с материком 100-метровой насыпной дамбой, залитой асфальтом. Для советских специалистов (а их на площадке было 1000 – 1200 человек) финны в трёх километрах от площадки АЭС построили посёлок со всеми удобствами, в котором был магазин, тёплый спортзал и три сауны. В общем, наши специалисты попали в условия, непривычные для нас на советских АЭС.

Пуск, как всегда, начался ночью. Благополучно вышли на МКУ, начались физические эксперименты: «взвешивание» кассет с целью определения их реактивности, движение группами, но... начались сбои в работе преобразователей: по непонятным причинам в режиме стоянки ПНЧИ обесточивался, и ОР падал вниз. Попытки замены преобразователей, изменения схемы не давали результата, и наши «сбои» стали достоянием самого высокого начальства. Ответственному от ВНИИЭМ приходилось держать ответ и перед заместителями министров энергетики и Минэлектротехпрома, послом СССР в Финляндии, перед всем руководством советских специалистов и финской дирекцией и, наконец, перед директором ВНИИЭМ Н.Н. Шереметьевским. По решению финского и советского руководства пуск станции отложили на две недели, чтобы специалисты могли доработать свои злосчастные преобразователи.

Для специалистов ВНИИЭМ начались самые тяжёлые дни, спали по 4 – 5 часов в сутки, всё время проводили на щите СУЗ, проверялись даже самые бредовые идеи и, в конце концов, решение по доработке было найдено.

В 1977 г. первый блок АЭС «Ловииза» был торжественно пущен в присутствии президента Финляндии г. Кекконена и советского премьера А.Н. Косыгина. А в 1979 г. был пущен и второй блок финской АЭС.

В это же время снова произошли изменения в организационной структуре отдела: серьезно заболел Г.А. Попов, и по личной просьбе его освободили от должности начальника отдела, назначив на его место Ю.Н. Ольшевского.

Увеличение объёма и темпа разработок отдела привело к необходимости разработки серийной документации на электрооборудование СУЗ реакторов ВВЭР-440 (В-213) и передачи её, по решению Минэлектротехпрома, заводу ЛЭЗ «Электросила». Начиная с 1979 г. два завода (Опытный завод ВНИИЭМ и ЛЭЗ «Электросила») начали изготавливать и поставлять оборудование КЭ СУЗ на АЭС Советского Союза, ГДР, Венгрии и Чехословакии. В период с 1980 по 1987 гг. было изготовлено 20 комплектов оборудования, из них введено в эксплуатацию 19 (энергоблок АЭС на Кубе так и не был пущен).

С 1977 г. отдел начал работы по созданию первого «миллионника», представителя третьего поколения атомных энергоблоков – пятого энергоблока Нововоронежской АЭС с реактором ВВЭР-1000 (В-187). Реактор этого блока имел защитную оболочку (контаймент) толщиной 800 мм, способную выдержать прямое падение самолёта. Эта оболочка была важнейшей и надёжной защитой от всех непредвиденных выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду практически при любой аварии первого контура.

Ответственной за эту разработку была назначена лаборатория Р.А. Шугама, в которой разрабатывалась основная часть КЭ СУЗ.

Основным идеологом КЭ СУЗ, конечно, был начальник отдела Ю.Н. Ольшевский. Помимо своих любимых АРМ и РОМ, он впервые предложил новый принцип построения системы СГИУ, которая в дальнейшем применялась во всех серийных «миллионниках».

Все системы управления СУЗ были построены на новой элементной базе – микросхемах малой интеграции серии К155, которые по сравнению с транзисторной логикой «Т» были гораздо меньшего габарита и имели большие функциональные возможности.

В середине 1978 г. рабочий проект КЭ СУЗ реактора В-187 был завершён, и было получено от надзорных органов и Министерства атомной энергетики разрешение на изготовление оборудования

на Опытном заводе ВНИИЭМ, и в начале 1979 г. оборудование было отгружено на площадку АЭС.

Учитывая большую степень новизны системы, на площадку блока 5 Нововоронежской АЭС была направлена большая бригада разработчиков отдела и монтажников Опытного завода.

Примерно год шёл монтаж и наладка нашего электрооборудования. Все трудились добросовестно, не жалея сил и времени. В 1980 г. был завершён энергоблок 5, в очередной раз доказав, что в СССР выросла плеяда грамотных специалистов, которым по плечу решение самых серьёзных задач в атомной энергетике.

С 1978 г. страна начала готовиться к созданию малой серии ВВЭР-1000 (проект В-338), первым должен был быть пущен первый энергоблок Южноукраинской АЭС.

По сравнению с первым «миллионником» блока 5 Нововоронежской АЭС в этом проекте были изменения: предполагалось использовать одну турбину, а не две по 500 МВт, уменьшилось до 49 количество органов регулирования с новым приводом ШЭМ-2, разработанным ОКБ «Гидропресс». Наш комплекс электрооборудования СУЗ изменился незначительно, появился новый шкаф силового управления ПСУ2, обеспечивающий управление двумя приводами ОР, разработчиком которого стал А.А. Будяков.

Изготавливали оборудование на Опытном заводе ВНИИЭМ и на ЛЭЗ, и в 1980 г. оборудование отгрузили на Южноукраинскую АЭС. Наладку оборудования осуществляли специалисты Нововоронежской АЭС, а специалисты отдела осуществляли только шеф-наладку. Во время монтажа ответственным был С.С. Глядешин, а в предпусковых и пусковых испытаниях ответственными были А.В. Калашников и В.А. Соколов.

В 1981 г. первый блок Южноукраинской АЭС был пущен.

В дальнейшем по проекту В-338 построено было ещё три энергоблока: два блока Южноукраинской АЭС, и первый и второй блоки Калининской АЭС.

В настоящее время все эти блоки продолжают успешно работать. Южноукраинские блоки были



А.В. Калашников

частично модернизированы с участием специалистов «Шкоды», первые два блока Калининской АЭС нам предстоит модернизировать в ближайшие годы.

А советская атомная энергетика не стояла на месте – был создан проект серийного реактора ВВЭР-1000 (В-320), который широко используется и в настоящее время.

Многолетний опыт в создании электрооборудования СУЗ позволил выполнить этот проект качественно и в кратчайшие сроки.

Первым блоком из этой серии должен был стать первый энергоблок Запорожской АЭС. С 1982 г. начались монтаж и наладка оборудования. Но, к несчастью, на площадке произошёл пожар, который через кабельные этажерки распространился по большинству помещений АЭС. В нашем помещении СУЗ пожара не было, но было сильное задымление с кислотными парами, выделявшимися при горении изоляции кабелей. Визуально наше оборудование не пострадало, только было покрыто копотью.

Срочно надо было принимать решение о возможности его дальнейшего использования. От ВНИИЭМ были командированы высококвалифицированные специалисты-химики и металловеды И.Я. Каплунов и П.П. Пашков, а также начальник отдела Ю.Н. Ольшевский. Была создана комиссия во главе со стационарным руководством.

Заключение было категорично – все печатные платы, побывавшие в агрессивной кислотной среде, должны быть заменены на новые. Заявленные сроки пуска блока всё равно уже были сорваны, и руководство АЭС согласилось на досрочное изготовление новых модулей. Всего за три месяца ВНИИЭМ выполнил свои обязательства.

Подтверждением правоты выводов наших специалистов было продолжение истории с пожаром. «Запасливые» украинские коллеги из лаборатории СУЗ сохранили все старые модули в качестве ЗИП, предварительно промыв их спиртом. Но каково было их изумление, когда через полгода «ножки» микросхем стали отваливаться от печати. Пришлось все старые модули выбросить!

В 1983 г. первый блок Запорожской АЭС был пущен.

В период с 1984 по 1994 гг. в эксплуатацию было введено 16 блоков с серийным реактором В-320 в России, на Украине и в Болгарии.

Все они успешно работают, на российских и болгарских блоках специалистами ВНИИЭМ на сегодняшний день уже проведена модернизация.

В середине 1980-х гг. ВНИИЭМ начал работы по новому направлению – созданию электрооборудования для атомных станций теплоснаб-

жения АСТ-500. Станции АСТ предполагалось размещать вблизи городов, и они должны были иметь вместо двух контуров три, последний контур, абсолютно чистый, предназначался для подачи горячей воды в города. Планировалось построить две АСТ: под Нижним Новгородом (тогда город Горький) и около Воронежа.

Были завершены все строительные работы, изготовлено и поставлено основное оборудование, включая реактор и оборудование СУЗ, но планам не суждено было сбыться: катастрофа на Чернобыльской АЭС и её последствия заморозили все стройки новых АЭС, включая и АСТ.

А дальше распался Советский Союз, финансирование многих отраслей промышленности, включая и атомную, практически прекратилось.

Сотрудники искали работу, разъезжая по АЭС и предлагая хотя бы минимальную модернизацию, но денег у станций не было, и станции предлагали за наше оборудование бартер промышленными и продовольственными товарами. Сейчас это смешно вспоминать, но за работы для Южноукраинской АЭС мы получили две машины сахарного песка, а Балаковская АЭС предлагала куриные яйца по невысшим даже для Москвы ценам – пришлось отказаться. Годы эти были самыми трудными для атомной энергетике и для нашего отдела: уходили специалисты, практически не было работы, но мы ждали. Ведь должен был наступить и на нашей улице праздник?!

В конце 1996 г. ВНИИЭМ вместе с ЗАО «СНИИП-СИСТЕМАТОМ», нашим давним «смежником», заключил контракт на восстановление, модернизацию и пуск первого блока АЭС «Моховце» в Словакии. В 1986 г. туда уже было поставлено наше оборудование, пуск блока был отложен из-за политической обстановки в стране. Чехословакия разделилась на две страны и, хотя АЭС «Моховце» находилась на территории Словакии, формально оборудование принадлежало чешской фирме «Шкода».

В 1996 г. специалисты ВНИИЭМ и «СНИИП» провели обследование ранее поставленного оборудования, пролежавшего более 10 лет, и пришли к выводу, что осуществить пуск блока на полностью старом оборудовании невозможно. Кроме того, ставилась задача обеспечить соответствие системы современным требованиям по безопасности. Был разработан проект доработки системы и определены типы оборудования, которые предстояло разработать и поставить заново. В достройке АЭС «Моховце» участвовала немецкая фирма «Сименс» и проект станции был доработан с учётом оборудования этой фирмы. Часть нашего оборудования оказа-

лась несовместимой с оборудованием усовершенствованного проекта АЭС, поэтому потребовалась разработка нового поколения оборудования. К решению этой задачи подключились и другие отделы.

В 1996 г. генеральный директор ВНИИЭМ С.А. Стома поручил руководство работами по атомному направлению первому заместителю генерального директора Г.А. Жемчугову. Вскоре начальником отдела был назначен В.А. Соколов, его заместителем – Т.Н. Галкина, а несколько позже вторым заместителем начальника отдела Н.Н. Бойко. Реорганизация атомного направления с привлечением отделов-разработчиков микропроцессорных средств управляющей вычислительной техники (начальник С.Я. Куцаков), электропривода (начальник К.Н. Седов) и сетевых серверных систем (начальник С.Д. Джумаев) позволила кардинальным образом изменить облик КЭ СУЗ на основе применения микропроцессорной техники и стандартных шкафных евроконструктивов.

Первым шагом в этом направлении было решение о разработке индивидуальных преобразователей частоты ПНЧИ для органов регулирования реактора АЭС «Моховце» на средствах микропроцессорной техники. Работа эта была поручена лучшим специалистам ВНИИЭМ по электроприводу М.А. Смирнитскому и К.Н. Седову. Микропроцессорные контроллеры были разработаны специалистами В.Н. Степановым и М.В. Протопоповым.

Времени на разработку и поставку нового оборудования было мало, но работали очень слаженно, не жалея сил, вечеров и выходных, – это ведь был «свет в конце тоннеля», которого так долго ждали.

Период монтажа и наладки оборудования, которые проводила совместная рабочая группа «СНИИП-СИСТЕМАТОМ» и ВНИИЭМ, все вспоминают с удовольствием. Впервые, в отличие от российских АЭС, мы получили отличные условия проживания в замечательном маленьком городке Левице, дружный коллектив, у которого всё было общее: и работа, и завтрак, и ужин, и прогулки вечером, возможность мини-путешествий в выходные по городкам Словакии, Чехии и Венгрии (всё же рядом!). И работа в дружном коллективе, как никогда спорилась!

На начало горячей обкатки на площадку прибыли Г.А. Жемчугов и В.А. Соколов: хотелось увидеть положительный труд большого коллектива. Но, к сожалению, не всё гладко складывалось: появились отказы в новых преобразователях частоты. Пришлось выслушать много неприятных слов и нареканий от чешских коллег...



Т.Н. Галкина



Н.Н. Бойко

К счастью, в течение трёх – четырёх дней проблема была решена при помощи изменения программы, без доработки аппаратной части.

В 1998 г. первый блок АЭС «Моховце» был успешно введён в эксплуатацию, а за ним в 1999 г. – и второй блок. И здесь следует сказать, что регулярные платежи по двум блокам АЭС «Моховце» помогли «атомному» направлению ВНИИЭМ твёрдо встать на ноги и двигаться вперёд.

В середине 1990-х гг. началось активное продвижение на международный рынок энергоблоков с реакторами ВВЭР-1000 повышенной безопасности. Эти реакторы имели 121 орган регулирования, для которого ОКБ «Гидропресс» разработал новый тип привода ШЭМ-3 с датчиком положения, позволяющим контролировать положение ОР с точностью до шага привода – каждые 2 см. Чрезвычайно вырос объём информации, поступающей в систему, появились и новые требования к её диагностическим возможностям. Всё это приводило к необходимости кардинального изменения архитектуры системы и её элементной базы. Без применения средств процессорной техники новых задач было не решить!

Идеологом нового поколения комплекса электрооборудования СУЗ по-прежнему стал Ю.Н. Ольшевский. Как показал дальнейший опыт, Ю.Н. Ольшевский заложил и создал оптимальную структуру КЭ СУЗ, которая до настоящего времени живёт и совершенствуется от блока к блоку.

Для создания новой системы на базе средств процессорной техники с широкими диагностическими возможностями потребовалось привлечение к этой работе новых сил. По инициативе и под руководством Г.А. Жемчугова был создан научно-производственный комплекс (НПК), в который вошёл и производственный цех, которому предстояло изготовление новой системы.



И.П. Грязнова



О.Е. Гришанина

Первой совместной работой стал проект КЭ СУЗ для АЭС «Бушер» в Иране. Трудностей было много: и взаимная «притирка», большая новизна системы, новые средства... И всё же уже в 2000 г. была начата отгрузка оборудования.

К сожалению, у «Бушера» несчастливая судьба, блок до сих пор не пущен, но по мере сил и возможностей работы нами на площадке ведутся, и может быть не далек тот день, когда первый энергоблок АЭС «Бушер» заработает.

После проекта АЭС «Бушер» была интенсивная работа над проектами двух блоков АЭС «Тяньвань» в Китае и АЭС «Куданкулам» в Индии. Успешно была проведена работа по разработке, изготовлению и вводу в эксплуатацию двух блоков АЭС «Тяньвань». За последнее десятилетие в НПК выросло новое поколение высококвалифицированных специалистов, способных решать самостоятельно сложные задачи. Примером являются работы на энергоблоках 1 и 2 АЭС «Тяньвань».

Ввод в эксплуатацию КЭ СУЗ приходил в трудных условиях морского климата, с многочисленными нарушениями строителями требований по климатике. Однако коллектив сотрудников НПК под руководством Н.Н. Бойко смог успешно завершить работы и АЭС «Тяньвань» работает без замечаний уже более пяти лет.

За последние годы с нашим участием были введены в эксплуатацию энергоблок 3 Калининской АЭС, энергоблок 2 Ростовской АЭС, поставлено оборудование на блок 4 Калининской

АЭС и блок 3 Ростовской АЭС. И это только новые блоки!

Большая работа проводится нашим НПК по модернизации действующих АЭС, на которые взамен отработавшего свой ресурс оборудования поставляется новое, выполненное на современной элементной базе, с широкими диагностическими возможностями.

Но мы не останавливаемся на достигнутом. Впереди – новый проект второй очереди Нововоронежской АЭС и Ленинградской АЭС, для которых впервые разработана и будет поставляться система СГИУ, выполненная на базе сетевых технологий управления. Кроме того, мы расширяем свою зону проектирования – начинаем работать над проектом КЭ СУЗ для реактора на быстрых нейтронах БН-800, который считают перспективой российской атомной энергетики.

И, безусловно, залог наших успехов – колоссальный опыт, накопленный не одним поколением специалистов, выстрадавший бессонными ночами наладок и праздниками пусков. Верность и преданность своему делу – те качества, которые всегда были присущи и ценились во ВНИИЭМ.

В настоящее время коллектив НПК ведёт разработку КЭ СУЗ для проекта «АЭС – 2006» (государственная программа строительства АЭС). Особенность этого проекта в части КЭ СУЗ состоит в переходе на виртуальное управление тепловой мощностью реактора на основе сетевых технологий с широким применением средств информатики и диагностики, создающее новое качество при эксплуатации. Первая поставка оборудования КЭ СУЗ для проекта «АЭС – 2006» состоится в 2011 г. для Нововоронежской АЭС-2.

С 2005 г. НПК «Электрооборудование и системы управления для АЭС» руководит заместитель генерального директора – генерального конструктора С.Д. Джумаев.

Будущее НПК за нашей молодежью и средним поколением. Среди них много высококвалифицированных специалистов: А.В. Петров, О.Е. Гришанина, И.П. Грязнова, В.В. Беляев, Л.В. Келина, А.В. Сиутин, П.Н. Смоляр, А.В. Коноплёв, М.Н. Лях, Р.Н. Ельшин, И.П. Евграфов, Б.Н. Бородин и многие другие.

У нас ещё всё впереди, и история наша ещё не закончена...

Поступила в редакцию 27.07.2011

*Василий Анатольевич Соколов, главный специалист, т. (495) 623-36-64.
Татьяна Николаевна Галкина, зам. начальника отдела, т. (495) 623-45-38.
E-mail: vniiem@orc.*