

Из истории НИИПТ

УДК 621.311:621.316.9

Опыт создания и внедрения систем автоматизации энергетических объектов

**Т.Г. Горелик, Ю.А. Асанбаев, В.Г. Филатов,
С.В. Лобанов, И.А. Ветрова**
ОАО «НИИПТ»

Организационная основа отдела автоматизированных систем управления была создана в НИИПТ в 1968 г., когда была образована лаборатория систем управления в составе отдела систем автоматического управления и регулирования. Организатором отдела и лаборатории был канд. техн. наук Евгений Маркович Берлин. Возглавил лабораторию систем управления канд. техн. наук Асанбаев Юрий Алексеевич. Основной целью работ лаборатории и отдела было создание систем управления передачами и вставками постоянного тока. Конкретной целью стало продолжение работ по системам управления, защиты и регулирования для передачи постоянного тока Волгоград – Донбасс, которая к тому времени уже была выведена на полную мощность, и разработка систем управления для крупнейшей в мире передачи постоянного тока Экибастуз – Центр.

Развитие научно-технического потенциала лаборатории с самого начала было напрямую связано с развитием вычислительной техники. На первом этапе, когда вершины вычислительной техники в стране определялись клавишными арифмометрами, в основе научных методов разработки систем защиты и регулирования для передач постоянного тока было физическое моделирование. Все первые системы управления для первой в мире передачи постоянного тока Кашира – Москва проходили полный цикл полномасштабных исследований в реальном масштабе времени на тиратронной модели передачи. Инициаторами и руководителями создания физической модели были А.В. Поссе, В.И. Ширяев, И.Н. Шапошников. На втором этапе происходило освоение появившихся первых технических средств вычислительной техники. Сначала мы основательно прошли школу аналоговой техники. Аналоговые машины МН-7, МНБ и МПТ-9 позволили одолеть “премудрости” математического моделирования. На этих маши-

нах мы получали в реальном масштабе времени устойчивые решения систем нелинейных дифференциальных уравнений до 150-го порядка! Тогда это казалось чудом техники.

Наступила эра цифровой вычислительной техники и в работу лаборатории электрических систем была введена электронная ЭВМ типа МИНСК-14 в основном благодаря заведующему лабораторией Е.А. Марченко. Страстные споры по справедливому дележу машинного времени между лабораториями и внутри лабораторий, освоение двоичной системы счисления, программы перевода «2 в 10» и «10 в 2», освоение программ “плавающей запятой”, внезапно возникшая проблема вычислительной неустойчивости – через эти и многие другие “детские болезни” вычислительной техники прошли практически все научные сотрудники. Для лаборатории систем управления это был период, когда за рубежом уже обсуждались проблемы прямого цифрового управления, когда появились первые аналого-цифровые преобразователи. У нас все это отягощалось секретностью – холодная война была в самом разгаре. Все передовые технологии и достижения науки внедрялись в ВПК. Но вот пришло время, когда и у нас появилась первая настоящая управляющая вычислительная машина – УВМ.

Это была УВМ ленинградской разработки типа УМ1-НХ-М. Машина оказалась крайне ненадежной, сложной в программировании (программы “зашивались” в ПЗУ челноком с проводом). Но она была первой! Ее единственным преимуществом была компактность – она занимала всего один шкаф. Это был единственный случай, когда попытки поставить машину на объект ни к чему не привели, но опыт работы с этой машиной дал нам толчок к дальнейшему движению.

Первую управляющую вычислительную машину ДНЕПР мы получили без фондов, договорившись с геологами и аэрозведкой. Несмотря на более чем скромные по теперешним меркам возможности, она занимала целую комнату, вытеснив все аналоговые МПТ-9 и МНБ. Управляющая машина ДНЕПР была первой отечественной машиной, выполненной на полупроводниках. Мы были полны энтузиазма и начали разрабатывать уже реальную информационную систему для Михайловской подстанции передачи Волгоград – Донбасс. Эта информационная система была внедрена в рекордные сроки и дала возможность даже контролировать углы зажигания на передаче, что казалось верхом невозможного, поскольку средства графического вывода практически отсутствовали, мониторы и АЦПУ были только

алфавитно-цифровыми. Однако система контролировала нормальный режим по всем электрическим параметрам. Она оказалась неожиданно живучей и устойчивой в работе и эксплуатировалась на подстанции еще в начале 90-х гг., проработав около 20 лет. Большой вклад в первую информационную систему НИИПТ, помимо разработчиков Н.П. Тележкиной, Г.В. Карасева, В.Г. Филатова, С.Н. Глезерова, сделал начальник службы АСУ, а впоследствии начальник подстанции О.Ю. Велько. С этой первой системы началась никогда не прерывавшаяся дружба разработчиков отдела с эксплуатацией. Знаменательно, что уже на этой стадии эксплуатационники оценили преимущества нашей техники, увидели практическую пользу для себя и стали всемерно помогать нам в расширении и совершенствовании системы.

Начало настоящих работ по внедрению автоматизированных информационных систем (АИС) связано с появлением первой УВМ на интегральных микросхемах – М-6000. На базе этой машины мы проектировали АСУ для крупнейшей в мире ППТ 1500 кВ Экибастуз – Центр. Разработка этой системы велась при тесном сотрудничестве со специалистами отделения дальних передач ЭСП – А.М. Назаровым, М.И. Гольбергом, Е.Д. Красиной и др. Мы ощущали благожелательное отношение к своим разработкам со стороны главного конструктора передачи С.С. Рокотяна. На первых этапах основная трудность заключалась в отсутствии техники. Освоение проводилось на арендуемом времени у других организаций: Метрополитена, Главтранспорта и др. На все огромное Минэнерго в это время выделялось всего несколько (менее десятка) машин. Попытки получить фонды официально не дали ничего. Пришлось опять покупать машину “слева” в НПО «Буревестник». Преодолев всевозможные организационные и финансовые препятствия (надо было достать несгораемый пол, удовлетворить требования пожарной службы в отношении автоматического пожаротушения и пр.), мы смонтировали и запустили свою собственную машину. Кончились, наконец, пытки с арендой, с нехваткой отладочного времени и пр. Но какой ценой это было достигнуто! Научные сотрудники лаборатории достали несгораемые асбоцементные плиты и металлический пол, наклеили антистатик и решили еще многие хозяйственные проблемы прежде, чем начали исполнять свои прямые обязанности. Все держалось на чистом энтузиазме. Никого не надо было подгонять, заинтересовывать материально и объяснять важность. Предложения поступали со всех сторон. Такое это было время. Время молодости и мечтаний. А тут явился и

первый настоящий объект – мощный испытательный стенд (МИС) в Белом Расте. На этом стенде сначала планировалось проводить испытания вентиляей и другого оборудования передачи Экибастуз – Центр. Но к моменту, когда началось внедрение АИС, на стенде испытывалось оборудование первой отечественной вставки постоянного тока – Выборгской преобразовательной подстанции. АИС, внедренная на МИС в Белом Расте, полностью контролировала весь нормальный режим стенда. Особое отношение к системе было у дежурных, которым больше не нужно было спускаться несколько раз в смену с пятого этажа, где был расположен пульт управления, в подвал для контроля параметров системы охлаждения вентиляей. Н.П. Тележкина, В.З. Метелица, Г.В. Карасев, С.Н. Глезеров, В.Г. Филатов (НИИПТ), Е.Д. Красина (ОДП ЭСП), С.Н. Соловьев, Ш. Габдулхаков и Ю.И. Горюшин (МИС), О.А. Никитин (управление дальних передач) – это только основные специалисты большого коллектива. На этой системе мы впервые научились всем сложностям и особенностям, возникающим на этапе внедрения. Здесь приемка от монтажников означала прозвонку каждого канала, проверялись на практике методы заземления автономным контуром, пути проникновения помех в систему и многое другое. После данной АИС мы были готовы к внедрению информационных систем на любых объектах.

От АИС испытательного стенда мы перешли к основному объекту 1970 – 1980-х гг. – автоматизированной системе управления Выборгской преобразовательной подстанции (АСУ ВПП).

АСУ Выборгской подстанции оказалась серьезным экзаменом для всего коллектива сначала сектора, а потом лаборатории АСУ. Работа над внедрением первой очереди системы продолжалась около пяти лет и успешно закончилась в 1982 г. Мы были готовы к внедрению на два-три года раньше, но сроки внедрения определялись монтажниками. Уникальное по тем временам оборудование – УВМ СМ-1, СМ-2М – по три-четыре года лежало на складах (некоторые шкафы находились под открытым небом!) в ожидании, когда наступит очередь их монтажа. После “прозвонки” всех входных кабелей, подписания актов приемки от монтажников и начались наладочные работы по программному обеспечению.

Отличительной особенностью сооружения АСУ ТП ВПП было надежное согласованное техническое задание. ТЗ было не формальным протоколом о намерениях, а рабочим документом, по которому происходила приемка системы. В объем первой очереди АСУ ТП

входили основные задачи нормального режима. К нормальному режиму относилась информация о режиме главной схемы и о режиме системы охлаждения вентиляей. АСУ проектировалась как централизованная система, вычислительные ресурсы которой размещались на ОПУ. Иного решения при той технике не могло быть. Система оказалась весьма устойчивой к помехам (основным источником помех были коммутации тиристорных блоков). Она прошла очень тщательную метрологическую аттестацию по программе, разработанной НИИПТ и согласованной с Минэнерго, Ленэнерго, Госстандартом. По результатам аттестации главным инженером подстанции А.А. Демчиной был издан специальный приказ, по которому дежурному персоналу вменялось в обязанности использовать в процессах управления информацию из АСУ ТП. Вся остальная измерительная информация должна была рассматриваться как резервная.

Ввод первой очереди АСУ ТП ВПП на деле означал начало больших научно-исследовательских работ по развитию и усовершенствованию системы управления. Сотрудниками лаборатории был разработан и внедрен на подстанции первый отечественный цифровой осциллограф. Это было сделано в эпоху, когда у нас отсутствовали графические средства отображения. Осциллограф был установлен на ГЩУ и им широко пользовались не только релейщики, но и диспетчерский персонал. Его человеко-машинный интерфейс был так хорошо проработан, что он почти 10 лет успешно выдерживал конкуренцию с современными средствами отображения. На Выборгской подстанции была впервые внедрена задача «Авария», обеспечивавшая регистрацию 2000 дискретных сигналов выключателей и электромеханических защит с точностью до 1 мс. Во время одной из тяжелых аварий с потерей собственных нужд эта задача зафиксировала около 700 срабатываний.

На Выборгской подстанции впервые начали создаваться системы диагностики оборудования. Основным разработчиком по этому направлению был коллектив ВЭИ во главе с А.Г. Мордковичем. ВЭИ была разработана и успешно внедрена система контроля синхронных компенсаторов, а НИИПТ впервые выступил как системный интегратор, обеспечив передачу в АСУ ТП информации от системы контроля СК.

Расширение функций системы АСУ базировалось на большом объеме научно-исследовательских работ, выполненных в лаборатории. К числу наиболее значительных из них можно отнести исследо-

вания гармонического состава напряжений и токов, выполненные В.Г. Филатовым, внедрение комплекса программ оценивания состояния, разработанного Т.Г. Горелик. Под руководством М.С. Белицкой проведены измерения КПД подстанции. В лаборатории были разработаны специальные программные комплексы для регистрации испытаний при вводе третьего КВПУ. Под руководством Ю.С. Крайчика созданы специальные программы регистрации нормальных режимов для проведения испытаний оборудования ВПП. После появления персональных компьютеров лаборатория проделала большую работу по модернизации системы. Модернизация касалась верхнего уровня – на подстанции были внедрены современные АРМ для диспетчеров, релейщиков, служб оборудования постоянного и переменного тока. На нижнем уровне продолжали использоваться изделия НПО «ИМПУЛЬС» УВК СМ-1 и СМ-2, которые теперь осуществляли только ввод информации. Эта система оказалась очень устойчивой и проработала, считая с момента изготовления УВК, более 20 лет. Она продолжала функционировать, когда давно были сняты с выпуска сами УВК, при полном отсутствии ЗИП. В этом большая заслуга начальника службы АСУ ВПП А.С.Попова, главного диспетчера Ю.И. Бараева, а также А.В. Михайлова, Е.А. Синцова.

На смену ветеранам Н.П. Тележкиной, В.Г. Фаянсу, Г.В. Карасеву, С.Н. Глезеру вместе с опытными разработчиками В.Г. Филатовым, И.А. Ломтевой, Г.А. Яковлевой, О.М. Арсентьевой пришли молодые специалисты Т.Г. Горелик, И.А. Ветрова, С.В. Лобанов, образующие ядро современного отдела АСУ.

В 90-х гг. наступил период реорганизаций как для всей страны, так и для лаборатории систем управления, преобразованной в отдел под руководством Ю.А. Асанбаева. Работа велась над специальными объектами (лазеры для голографического кино, плазмотроны, МГД-генератор для Рязанской ГРЭС, интерполигон для сверхпроводящих кабелей, работы, связанные с ракетами), проводилась метрологическая аттестация СПСДТУ Ленэнерго и Южной ТЭЦ и т.д. Однако все эти отклонения от главного пути – автоматизации энергетики – были кратковременными. В этот период, когда эра персональных компьютеров еще только приближалась, были созданы программно-технические комплексы цифрового осциллографирования на базе УВК ТВСО и РМОТ. Эти комплексы были внедрены на всех подстанциях 1150 кВ (Экибастузской, Кокчетавской, Кустанайской) и на подстанциях 750 кВ (Белый Раст, Владимирская, Луч), а также на

Колымской ГЭС на Камчатке. На базе полученного опыта мы смогли приступить к разработке централизованной системы регистрации аварий (ЦРА).

Централизованная система регистрации аварий соответствовала запросам времени. Наибольшим спросом из всех задач АСУ ТП у производителей пользовались задачи «Авария» (регистрация дискретных аварийных сигналов) и «Осциллограф» (регистрация аналоговых аварийных сигналов). В соответствии с этим в 1990-х гг. межведомственной комиссией под председательством А.К. Белотелова были проведены испытания системы ЦРА, по своим техническим характеристикам не имевшей аналогов ни у нас, ни за рубежом. В системе был предусмотрен тщательно отработанный на многих действующих объектах человеко-машинный интерфейс. Технические характеристики ЦРА обеспечивали привязку сигналов к шкале единого времени по сигналам GPS с точностью до 1 мс.

С наступлением XXI века в связи с общим улучшением ситуации в электроэнергетике востребованность АСУ ТП стала увеличиваться. В системах управления начали широко внедряться новые технические средства – микропроцессорные устройства защиты, автоматики, измерений. Это потребовало внесения корректив и в разработки АСУ ТП. В 2000 – 2004 гг. в отделе, возглавляемом с 2001 г. канд. техн. наук Т.Г. Горелик, появилось новое поколение разработчиков, обладающих качественно новыми знаниями в области информационных технологий. В их число вошли С.В. Лобанов, И.Е. Кумец, А.В. Богданов, П. Муравьев, Е. Ключин, В.Л. Окунев. Это поколение продолжало развивать традиционные направления деятельности сектора и лаборатории, но на новых принципах. В число наиболее существенных разработок последнего периода следует отнести разработку системы СКАДА-НИИПТ, СКАДА-РЗА и ЦРА.

Значительно расширились и области внедрения разработок отдела. Помимо основного направления – АСУ ТП подстанций и электросетевых объектов – у нас появились заказчики из Газпрома (для них были разработаны технические требования на системы АСУ ТП для объектов Газпрома, система управления для блочной газотурбинной электростанции, ряд проектов автоматизации газоперекачивающих подстанций), заказчики от нефтяников (для них на базе системы СКАДА-НИИПТ была разработана и внедрена автоматизированная система диспетчерского управления для 20 нефтедобывающих буро-

вых установок и АСДУ для диспетчерских центров филиалов «А.Д.Д. Сервис» в городах Нефтеюганск, Отрадное, Стрежевой).

В связи с реорганизацией энергетики более остро встали вопросы повышения эффективности использования основного оборудования и повышения надежности ЕНЭС. Ситуация на рынке услуг для отдела обострилась в связи с появлением зарубежных конкурентов – фирм АББ, Сименс, Шнайдер, Арева и других. Специалисты отдела оказались хорошо подготовленными к конкурентной борьбе в части программного обеспечения. Мы оказались способны создавать и внедрять различные системы автоматизации практически на всех энергетических объектах, начиная от распределительных необслуживаемых подстанций, до подстанций 500 кВ, а также для тепло- и гидростанций. Наша конкурентоспособность основывается на следующих принципах:

использование систем СКАДА-НИИПТ, СКАДА-РЗА и ЦРА, которые могут интегрировать в свой состав технические средства различных фирм-производителей; наличие прочных связей практически со всеми отечественными производителями микропроцессорных устройств защиты, автоматики и измерений (фирмы Механотроника, Экра, Радиус, РТСофт), а также с некоторыми зарубежными (Шнайдер, General Electric, PowerMeasurement);

гибкая политика в части учета особенностей отечественной энергетики, выражающаяся в том, что типовые решения разработаны и корректируются с учетом отечественной нормативно-технической базы;

учет особенностей каждого объекта, выражающийся в возможности корректировки типовых разработок с целью добиться оптимальных решений для каждого заказчика.

За последние годы резко увеличился объем работ и расширилось число направлений деятельности отдела. В настоящее время *основными направлениями деятельности* являются:

участие в разработке различных нормативно-технических документов по направлению автоматизации энергообъектов. Так, отдел принимал непосредственное участие в выработке Концепции создания АСУ ТП на подстанциях ФСК, разрабатывал технические требования к АСУ ТП Жигулевской ГЭС, привлекался в качестве эксперта к рецензированию различных корпоративных стандартов, документов и тендерной документации;

разработка и внедрение АСУ ТП для магистральных подстанций электрических сетей ФСК 220 – 500 кВ. Эти работы проводились на конкурсной основе по принципу поставки “под ключ”. НИИПТ выступал в конкурсах совместно с другими отечественными организациями, такими как ЗАО «РТСофт», ЗАО «СоюзЭлектроАвтоматика» и др. По этому направлению внедрена система СКАДА-НИИПТ на Конаковской ГРЭС. В настоящее время находятся на стадии опытной эксплуатации АСУ ТП Жигулевской ГЭС, САУ ОРУ 110-220 кВ и САУ ОРУ 500(110/35) кВ на Саратовской ГЭС, АСУ ТП на магистральных подстанциях ФСК ЕЭС 500 кВ «Вешкайма», «Ключики», «Чугуевка», «Звезда», «Благовещенск», «Таврическая». На распределительных подстанциях 220кВ «Волгодонск» и «Сальск» АСУ ТП сданы в промышленную эксплуатацию;

внедрение централизованной системы регистрации аварийных событий в сетях «ФСК ЕЭС». Это направление, идеологические основы которого были разработаны еще в середине 1990-х гг., впервые вышло на уровень конкретной реализации и внедрения при помощи и непосредственном участии начальника службы АСУиС ОАО «ФСК ЕЭС» С.И. Тарасова, заместителя начальника службы АСУиС ОАО «ФСК ЕЭС» В.И. Пуляева, начальника службы АСУ МЭС Северо-Запада А.Г. Попова. По этому направлению система ЦРА внедрена на Выборгской преобразовательной подстанции, где она объединяет информацию от 20 регистраторов БАРС, разработки ВЭИ и 80 МПРЗА фирмы Сименс, а также внедрена стационарная система передачи и просмотра аварийной информации в МЭС Северо-Запада;

автоматизация управления распределительными сетями 35 – 110 кВ. По этому направлению основной объем работ был выполнен для предприятий ОАО «Ленэнерго» на базе информации от МПРЗА НТЦ «Механотроника». В частности, АСУ ТП на базе системы СКАДА-РЗА внедрена на подстанции «Вознесенье» и на подстанции 159 Выборгских сетей в г. Выборг, а удаленное рабочее место СКАДА-РЗА – на центральном диспетчерском пункте Выборгских сетей в г. Выборг.

Подводя итоги, можно сказать, что отдел полон оптимизма и с надеждой смотрит в будущее. Мы уверены, что несмотря на все сложности переходного периода впереди нас ожидают новые успехи во внедрении своих разработок в отечественную энергетику.