ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ СИСТЕМОТЕХНИКИ

http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/TXT/Malinovsky_Essay_im_rus.pdf
http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/chBooks_r.html
http://ukrainiancomputing.org/chBooks_r.html
© Б.Н.Малиновский, 1998

Глава из книги Б.Н.Малиновского "Очерки по истории вычислительной техники в Украине", "Феникс", 1998.

В послевоенные годы в Советском Союзе важнейшие научно-технические проблемы - овладение атомной энергией, развитие ракетостроения, космонавтики и др., - решались путем создания мощных научно-производственных центров, обеспеченных всем необходимым для решения поставленной цели, в том числе надлежащими социальными условиями. Так возникали целые города, часть из которых, имеющих отношение к военной технике, была закрыта для посторонних глаз.

Одним из примеров такого рода является создание в Донбассе, в районе Лисичанска, в 1955-1965 гг. научно-производственного центра химической промышленности. При этом кроме крупнейшего в мире химкомбината (ныне СПО "Азот") возникли проектные и технологические институты химико-технологического профиля, конструкторское бюро по разработке средств автоматики, а также специальное конструкторское бюро (СКБ) по созданию и внедрению управляющей вычислительной техники для химкомбината. Одновременно создавалась современная городская социальная структура, позволившая привлечь и застабилизировать квалифицированные кадры. Так, во вновь отстроенном Северодонецке в 1956 г. был создан филиал Московского СКБ-245 - ведущей организации по вычислительной технике, параллельно было начато строительство Северодонецкого приборостроительного завода СП3, завершившееся в 1960 г. В условиях Северодонецка кадровый состав этих организаций и предприятий формировался практически полностью из молодых специалистов - выпускников вузов Москвы, Ленинграда, Киева, Харькова, Львова, Таганрога, Одессы и др. Исключение составили несколько специалистов из Пензенского филиала СКБ-245, уже имеющие некоторый опыт практической работы в области вычислительной техники.

Решающим фактором, определившим развитие работ в создании управляющей вычислительной техники, явилось наличие сложного объекта автоматизации - огромного химического комплекса, изучение которого позволило понять в полном объеме задачи компьютерной автоматизации технологических процессов. Этому во многом содействовало руководство Лисичанского химкомбината, оказавшего неоценимую помощь молодому коллективу в создании производственной и социальной базы. Молодежь работала с азартом, бралась за казалось бы неразрешимые задачи и, как правило, успешно с ними справлялась. Быстро определился ряд талантливых разработчиков, положивших основу инженерной школы в области проектирования и производства вычислительной техники для управления технологическими процессами. Актуальность работы предопределила дальнейшее развитие филиала, превращение его в Научно-исследовательский институт управляющих вычислительных машин (НИИ УВМ), затем - в научно-производственное объединение НПО "Импульс", в составе: НИИ УВМ, его филиалов и ряда предприятий.

Выдающуюся роль в этом сыграли директор филиала Андрей Александрович Новохатний и его заместитель Владислав Васильевич Резанов, ставший научным руководителем выполняемых работ. (Первые три года директором филиала был Вячеслав Юрьевич Толкачев).

В основу научно-технической политики они сразу же положили идею создания серийно-способных средств управляющей вычислительной техники для различных (не только химических) объектов автоматизации. На ее основе под руководством Резанова была в дальнейшем разработана и реализована концепция единой, функционально полной агрегатной (модульной) системы технических и программных средств управляющей вычислительной техники на базе единых конструктивно-технологических решений. Концепция предусматривала возможность проектной компоновки как технических так и программных средств для многоуровневых систем управления процессами любой сложности и назначения и осталась неизменной до настоящего времени. Структура института была приведена в соответствие с системотехнической структурой создаваемых технических и программных средств, что позволило специализировать подразделения, поднять профессионализм сотрудников и выявить по-настоящему талантливых специалистов. Большое внимание уделялось разработке устройств связи с объектом УСО, обеспечивающих съем данных о процессе, передачу их для обработки в вычислительную машину и выдачу сигналов для управления исполнительными механизмами. Такой подход существовал в течение более тридцати лет и полностью себя оправдал, поскольку обеспечил создание полного комплекса средств системотехники, т.е. средств построения самых различных информационно-управляющих систем для технологических процессов и объектов энергетики. Начиная с 1965 г. спрос на них начинает резко возрастать. Технические средства, разработанные в Северодонецке, производились на 18 крупных заводах Советского Союза. НПО "Импульс" стал основным исполнителем крупнейших союзных народнохозяйственных и оборонных программ, что потребовало развития его научно-технических и производственных мощностей. К 1985 г. в НПО и его филиалах работало 12 тысяч сотрудников. Количество созданных в промышленности и энергетике систем с использованием техники, разработанной в "Импульсе", к этому времени перевалило за десять тысяч. Около тысячи проектных КБ и НИИ стали партнерами-абонентами, с которыми НПО "Импульс" взаимодействовал при создании систем управления. Это позволило точнее определить требования к средствам компьютерной автоматизации, основательно поднять их технический уровень, завоевать высокий авторитет в одном из самых актуальных направлений науки и техники.

В итоге из скромного филиала, назначением которого была компьютерная автоматизация Лисичанского химкомбината, выросла мощная организация, обеспечившая своими разработками оснащение многих тысяч управляющих систем, созданных в 60-80-е годы в СССР. Так в Донбассе, наряду с центром химической промышленности, появился центр промышленной системотехники.

Было бы однако несправедливо считать это заслугой только этого коллектива. Одним из руководителей строительства и директоров Лисхимстроя был Геннадий Иванович Вилесов. Человек прогрессивных взглядов, он еще в то время (1954 г.) сумел соединить воедино развитие химической промышленности, автоматики и вычислительной техники. В результате именно по его инициативе было принято решение правительства о создании при Лисхимстрое в г. Северодонецке филиала Московского СКБ-245 и приборостроительного завода. Очень большую помощь филиалу в своевременном обеспечении быстро растущего коллектива жильем, по 200 квартир в год, оказал главный строитель Северодонецка Петр Филиппович Новиков.

В начале "перестройки" на базе НПО "Импульс" было организовано Акционерное общество (АО) "Импульс".

В Северодонецке я бывал неоднократно, в основном, в 60-х и 70-х годах, и хорошо представляю историю развития "Импульса", знаю его ведущих специалистов, хорошо знаком с выдающимися результатами многолетней деятельности этого замечательного коллектива.

В начале 60-х годов, когда филиал уже стал Научно-исследовательским институтом управляющих машин Министерства приборостроения (МИНПРИБОРА) СССР, мне пришлось бывать там в качестве председателя Государственной комиссии по приемке Машины первичной переработки информации МППИ - одной из первых, разработанных в институте. Запомнилось и Всесоюзное совещание по управляющим машинам и системам, проведенное в Северодонецке в те годы, где я выступил с докладом о нормальном ряде управляющих машин.

Уже тогда весьма наглядно проявлялась неординарность НИИ УВМ. Сейчас спустя несколько десятилетий, когда известен весь нелегкий, но славный путь Северодонецкого коллектива от скромного филиала до крупнейшего в бывшем Советском Союзе научно промышленного объединения, обеспечившего управляющей техникой десятки тысяч технологических, энергетических и других объектов, она особенно очевидна.

На всем более чем 30-летнем пути коллектив "Импульса" работал подобно великолепно слаженному оркестру, ведущие музыканты которого виртуозно владеют своими инструментами и в совместной игре создают музыкальные шедевры. Именно такой была изначальная небольшая группа ведущих специалистов, (я ее называю "могучей кучкой" по аналогии с той, что когда-то определяла развитие музыкального искусства в России), сформировавшаяся в годы становления "Импульса" и сумевшая в условиях глубокой провинции осуществить казалось бы невозможное - собрать и сплотить вокруг себя многотысячный коллектив однодумцев, увлеченных одной целью - созданием и постоянным совершенствованием средств компьютерной автоматизации технологических процессов и объектов энергетики, в том числе таких ответственных и сложных, как атомные станции.

Более тридцати лет самоотверженной и вдохновенной работы Северодонецкого "Импульса" были отданы созданию средств системотехники 1-го, 2-го, 3-го и 4-го поколений, и все это на одном дыхании, работая не покладая рук.

"Могучая кучка" сумела объединить личные интересы каждого из входящих в нее специалистов общей целью, что позволило сохранить единство и целенаправленность работ всего коллектива "Импульса" на всем пути его развития.

Такое стало возможным, потому что "могучую кучку" возглавляли истинные лидеры, делом доказавшие свое право на ведущее положение. И здесь опять проявляется уникальная черта в развитии "Импульса", - такими людьми стали не присланные со стороны руководители с высокими званиями, а свои собственные специалисты, выросшие из "могучей кучки". К их числу относится директор "Импульса" Андрей Александрович Новохатний и бессменный научный руководитель Владислав Васильевич Резанов.

Именно они в первую очередь сумели целенаправить коллектив на разработку средств системотехники, создать и постоянно поддерживать атмосферу творчества, ответственности, высочайшей трудоотдачи.

В свое время С.А. Лебедев, основоположник отечественного компьютеростроения, иронизировал: "А у нас в институте разделение труда - одни пишут диссертации, а другие делают машины."

Сам С.А. Лебедев отличался тем, что не увлекался писанием статей и книг, а именно "делал машины", одну за другой, и каждая была шедевром отечественной техники.

За все годы существования "Импульса", разработавшего четыре поколения средств системотехники, его сотрудниками были защищены две кандидатских диссертации, но это отнюдь не говорит о слабой квалификации его специалистов. Каждый из "могучей кучки" вполне мог бы претендовать на научную степень кандидата или доктора наук. Они поступились этим и предпочитали делать машины!

Многие выходцы из "Импульса" (но не из "могучей кучки" - она сохранялась все годы), попавшие в условия работы обычных научно-исследовательских и других учреждений, не только защищали диссертации и получали высокие научные звания, но и становились руководителями высокого ранга. В этом плане "Импульс", несмотря на отсутствие в нем докторов наук и академиков, играл роль отличной научной и инженерной школы.

Нельзя сказать, что сотрудники "Импульса" были обойдены наградами. Они все же были, но лишь по тем работам, в которых участвовали исполнители от других организаций, которые представляли их к награждению. Основной коллектив "Импульса" работал, не стремясь получить как можно больше наград и премий, и в этом тоже была его уникальность. Главной наградой для инженеров, техников, рабочих "Импульса" была радость творчества, чувство причастности всего коллектива к очень важной и нужной для страны работе.

Не надо думать, что сотрудники "Импульса" были аскетами, совсем наоборот! Этому способствовала сама обстановка в только что отстроенном по первоклассному проекту городе. В нем было все необходимое для занятия спортом и проведения спортивных соревнований, для выступления артистических коллективов, просто для отдыха горожан. И это тоже очень способствовало стабильности "Импульса".

Были удачно найдены и высокие покровители в лице МИНПРИБОРа и его министра Руднева, сторонника отечественного пути развития средств системотехники, поверившего в силы и возможности Северодонецка, и всемерно содействующего ему, а также со стороны головной научной организации МИНПРИБОРа - Института проблем управления.

Последний не столько обеспечивал научное руководство, сколько содействовал привлечению "Импульса" к наиболее важным, обеспеченным финансами и всем необходимым работам, что очень помогло тем, кто находился "далеко от Москвы".

Автор благодарен руководству АО "Импульс", его генеральному директору В.Г. Ракитину, ветеранам этой организации В.В. Резанову и А.А. Новохатнему, поделившимся с нами своими воспоминаниями и передавшими фотографии и краткие биографии членов "могучей кучки", фотографии и технические характеристики разработанных средств системотехники.

Трудное начало

Следует напомнить, что в 50-е годы вычислительная техника еще была экзотикой, единичные экземпляры ЭВМ создавались в секретных лабораториях, как говорится, с нуля, а первая серийная универсальная цифровая вычислительная машина "Урал-1", рассчитанная на широкое использование, еще только стала выпускаться в г. Пензе. Какой-либо информации о мировом опыте компьютерной автоматизации технологических процессов, практически не было. Понятие о программном управлении еще только складывалось, а средства промышленной автоматики базировались на аналоговой вычислительной технике, использующей электромеханические и пневматические устройства. Естественно, стандартных промышленных датчиков, характеризующих параметры физических и химических процессов, а также стандартных исполнительных органов еще не было. Если учесть, что в Лисичанском филиале СКБ-245 в первые годы отсутствовала какая-либо производственная база, то картина будет полной.

Перед коллективом филиала встала задача: что автоматизировать, зачем и с помощью каких технических средств.

Базовыми производствами на Лисичанском химическом комбинате были производство аммиака и азотной кислоты. Исследованием этих двух объектов на предмет эффективности автоматизации и использования вычислительной техники (которую еще предстояло создать!) и занялись сотрудники филиала.

Главное внимание было уделено производству аммиака, представляющему цепочку крупных взаимосвязанных цехов - от производства синтез-газа, его последующей очистки и синтеза из этого газа аммиака в колоннах высокого давления. При этом производительность колонн синтеза (400 тыс.тонн в год) сильно зависела от состава газа на входе колонны, подаваемого от газогенераторных установок, где метан горел в кислороде при строго фиксированном соотношении, образуя синтез-газ, подлежащий очистке прежде чем поступить на синтез. Если учесть, что метан и кислород при определенных соотношениях образуют взрывную смесь, то неизбежно возникает задача надежного управления и защиты от возможной аварии. Именно для этого объекта было решено создать информационно-управляющую систему, получившую название "Автодиспетчер".

Такой выбор был активно поддержан руководством химкомбината, заинтересованного в решении этой задачи. Сотрудники филиала начали исследование основных технологических процессов аммиачного производства, в том числе их алгоритмизацию, выбор способов управления, определение требований к техническим средствам системы. Этот период работы коллектива совпал с периодом создания совнархозов. Филиал СКБ-245 был преобразован в Лисичанский филиал Киевского института автоматики ЛФИА, которым оставался формально до 1963 г. - когда был преобразован в Северодонецкий научно-исследовательский институт управляющих вычислительных машин (НИИУВМ). В это время в нем уже работало более 600 человек. Многократные передачи филиала из одной организации в другую, естественно, мешали работе, но постоянная поддержка руководства химического комбината позволила коллективу в эти годы активно работать по созданию системы "Автодиспетчер".

Прежде всего, был составлен (в первом приближении) алгоритм управления, что позволило определить параметры управляющей машины. Идея строить ее на электронных лампах была отвергнута сразу из-за ненадежности элементной базы. Полупроводниковая техника только начинала свое победоносное шествие. Палочкой-выручалочкой стала система трехтактных феррит-диодных элементов, созданных в лаборатории профессора Л.И. Гутенмахера во Всесоюзном НИИ технической информации (Москва), и усовершенствованных в Пензенском филиале СКБ-245, откуда В.В. Резанов, переезжая в Северодонецк, привез два больших ящика таких элементов и массу идей по их развитию и использованию. "Это была примитивная техника, - вспоминает Владислав Васильевич, - В элементах в качестве вентелей использовались селеновые шайбочки по причине отсутствия в то время полупроводниковых диодов. Тем не менее, эти элементы были нами доработаны, что позволило начать работу по созданию управляющей машины. Следует сказать, что именно в это же время родилась идея агрегатного построения машины. Разработчики понимали, что им известен только стартовый комплект задач, которых в таком большом и сложном производстве при его развитии может быть очень много. Поэтому машина изначально имела модульную структуру, позволяющую наращивать ресурсы: память, количество входных и выходных сигналов и др. Эти идеи не были полностью реализованы в системе "Автодиспетчер", но учтены впоследствии. Очень важно было решить - как взять информацию с объекта? Ведь ни о каких стандартных сигналах тогда не было и речи. Половина измерительных приборов была поставлена из Германии в комплексе с репарационным химическим оборудованием. Поэтому пришлось разрабатывать индивидуальные преобразователи для каждого типа вторичных приборов. О получении информации непосредственно от первичных датчиков можно было только мечтать. Все это выливалось в огромный фронт работ, которые надо было осуществить за три года. Одновременно создавалась производственная база, принимались сотрудники, закупалось оборудование и т.д. Несмотря на это разработка системы "Автодиспетчер" была выполнена в срок. С 1965 года началась ее опытная эксплуатация, в 1967г.

система была введена в круглосуточную эксплуатацию и проработала на комбинате более 24 лет.

Она позволяла контролировать работу аммиачного и спиртового производств, выполняла логический анализ нарушений технологических процессов, вела автоматический учет сырьевых потоков и расчет технико-экономических показателей каждого цеха и производства в целом, автоматическое регулирование состава синтез-газа и продувочного газа в аммиачном производстве. Устройство связи с объектом системы "Автодиспетчер" представляло комбинированную телемеханическую подсистему, позволяющую осуществлять измерение 360 мгновенных значений параметров, 120 интегральных значений параметров, 360 двухпозиционных сигналов с циклом 20 сек, 200 мгновенных 2-х позиционных сигналов. Система вырабатывала 200 однопозиционных команд, 24 аналоговых сигнала управления 0-5 ма. Сбор информации осуществлялся по радиальным каналам через 10 групповых пунктов контроля, установленных в цехах, которые собирали информацию от первичных преобразователей. Групповые преобразователи радиально подключались к вычислительной машине. Расстояние от машины до групповых преобразователей допускалось до 1,2 км. Цикл сбора информации 60 сек.

Вычислительная часть "Автодиспетчера" была построена на феррит-диодных логических элементах, имела ферритовое запоминающее устройство на 1860 двадцатиразрядных чисел, ферритовое пассивное запоминающее устройство емкостью 5632 двадцатиразрядных чисел. Арифметическое устройство оперировало 18 разрядными числами с фиксированной запятой. Система команд одноадресная, количество операций 28. Работа в этот период осуществлялась по фиксированной программе, написанной в машинных командах.

В процессе работы над системой "Автодиспетчер" обнаружилось еще несколько важнейших моментов, связанных с тем, что исследовался разработанный на огромной территории сложный технологический комплекс, включающий многие объекты управления, взаимосвязанные между собой.

Выяснилось, что задачи управления возможно разделить на три группы: первая группа задач связывалась с проблемой первичной обработки информации перед передачей ее в управляющую машину; вторая сводилась к программному управлению объектами с целью оптимизации протекающих в них технологических процессов, а третья заключалась в координации работы объектов производственного процесса. Отсюда родилась идея создания трехуровневой системы технических средств для оперативного управления сложными производствами СОУ-1. Второй вывод, сделанный в то время, - необходима единая система технических и программных средств от датчика до исполнительного механизма, разработанных на основе единой системы стандартов и позволяющая проектным путем комплексировать различные системы управления; изобретать технические и программные средства для каждого объекта управления недопустимо. Поэтому СОУ-1 была задумана, как трехуровневый комплекс технических средств для управления различными процессами".

В период создания системы "Автодиспетчер" параллельно выполнялась разработка машины "Автооператор" для так называемого прямого цифрового управления. Дело в том, что при первичной обработке информации возникают задачи регулирования (стабилизации) процессов, которые выполнялись аналоговыми регуляторами. На некоторых объектах число автономных контуров регулирования достигает нескольких десятков. В то же время прямое цифровое регулирование по любому закону (многоканальное, пропорциональное, связанное и т.п.) можно осуществить от одной машины путем использования соответствующих программ. Эта идея была реализована в машине "Автооператор" (впервые в Украине и Советском Союзе). В качестве объекта управления была выбрана установка концентрирования крепкой азотной кислоты Чернореченского химзавода Нижегородской области, где

качественное регулирование по косвенным параметрам позволяло значительно улучшить характеристики конечного продукта - ракетного топлива.

В функции "Автооператора" входило:

прямое цифровое регулирование технологическими процессами концентрирования азотной кислоты на ряде колонн в обегающем режиме с заданным периодом Т (3-5 мин);

управление процессами пуска и остановки одной колонны;

регистрация основных параметров и сигнализация о нарушениях технологического процесса.

Управляющий вычислительный комплекс состоял из четырех функциональных частей.

1. Входное устройство или устройство связи с объектом, обеспечивающее сбор информации с объекта управления, преобразование принятых аналоговых сигналов в цифровую форму, ввод цифровой информации в машину. Датчиками измеряемых параметров служили серийные приборы с унифицированным выходом. Точность преобразования - 8 двоичных разрядов. Входное устройство обеспечивало связь процессора с регулируемым объектом, циклически опрашивая (за интервал Т) датчики, установленные на объекте.

2. Процессорная часть машины, построенная на феррит-диодных логических элементах. Процессор выполнял 28 арифметических, логических и операций управления. Производительность - 900 сложений, 80 умножений, 70 делений за секунду. Оперативное запоминающее устройство на ферритовых сердечниках диаметром 1 мм, емкостью 256 18-разрядных двоичных слов.

3. Для хранения программ управления, констант и уставок использовалось постоянное запоминающее устройство на ферритовых сердечниках диаметром 4 мм. Информация в него заносилась путем прошивки ферритовых колец. Для задания переменной части уставки имелось наборное поле, коммутируемое штекерами.

4. Выходное устройство, служащее для преобразования рассчитанных цифровых управляющих воздействий в пропорциональные пневматические сигналы от 0 до 1 атмосферы с точностью 7 двоичных разрядов. Сигналы передавались на пневматические исполнительные механизмы (пневматические клапаны), которые обеспечивали регулирование технологического процесса. Оно же формировало дискретные сигналы для включения и выключения различных исполнительных устройств.

Автоматическое регулирование осуществлялось по ПИД-закону. Пуск и остановка колонны производились по фиксированной программе. Алгоритм управления в этих режимах был составлен на основе анализа технологических процессов. Реализующая его программа состояла из двух частей:

формирующая программа, представляющая последовательность выполнения этапов пуска (остановки) во времени и последовательность выполнения отдельных операций на каждом этапе;

набор программных операторов, реализующих отдельные операции.

На каждом цикле обработки информации определялось, каким этапом пуска (остановки) необходимо управлять, затем управление передавалось определенной части формирующей программы, где указывались действия и адреса операндов. После этого "Автооператор" выполнял сформированную программу.

Метод операторного программирования позволил значительно сократить длину программы управления и обеспечивал простой переход к составлению программ для управления другими процессами.

Испытания "Автооператора" производились на одной колонне, оснащенной необходимыми датчиками и исполнительными механизмами. Была обеспечена работа нескольких контуров регулирования, пуск и остановка колонны.

Испытания показали, что система управления с вычислительным комплексом в качестве центрального регулятора обеспечивает необходимое качество регулирования основных параметров процесса и успешно справляется с задачей пуска и остановки колонны концентрирования. Однако, регулярной эксплуатации мешали недостаточно надежные исполнительные механизмы. Почти половина всех неисправностей приходилась на их долю. В дальнейшем в течение длительного времени "Автооператор" использовался для проведения исследовательских и опытных работ на колонне.

Это был первый отечественный опыт создания системы прямого цифрового регулирования (управления) технологическими процессами непрерывного и дискретного действия.

Параллельно с "Автодиспетчером" и "Автооператором" были разработаны ряд аналоговых вычислительных машин типа "Советчик мастера", которые были успешно внедрены на нескольких металлургических предприятиях. Все эти работы создали для коллектива филиала определенный импульс для перехода от создания по существу уникальных (не тиражируемых) систем к разработке системных средств массового применения.

Первый успех

Еще до завершения работ над "Автодиспетчером" в филиале начали разработку трехуровневой многомашинной системы для оперативного управления процессами в промышленности СОУ-1, претендующей на широкое внедрение и рассчитанной на серийное производство. Структура и архитектура системы опережали свое время. Они были определены на основе анализа задач по управлению таким сложным территориально рассредоточенным крупнотоннажным производством, как производство аммиака. Упомянутые выше три уровня управления требовали создания многомашинного комплекса. В состав системы вошли три машины. Машина первичной переработки информации (МППИ) предназначалась для сбора, нормализации и первичной переработки информации, выдачи и регистрации мгновенных и расчетных значений параметров управляемого процесса, а также тенденций их изменения местному оперативному персоналу. По существу это был в современной терминологии промышленный контроллер.

Для второго уровня управления предназначалась управляющая машина УМ-1.

В ее состав входили модульные устройства связи с объектом УСО, ориентированные на прием и выдачу стандартных сигналов становившейся на ноги Государственной системы приборов. Машина воздействовала на объект через системы местной пневмоавтоматики и непосредственно на пневматические исполнительные механизмы, имея для этого в составе УСО электропневматические преобразователи. УСО машины УМ-1 могло принять до 352 аналоговых токовых сигналов модулями по 16; сигналов термопар и термосопротивлений до 256, модулями по 16 сигналов; сигналов от пневматических датчиков до 256; позиционных сигналов до 600; до 60 число-импульсных сигналов. По выходу УСО имели до 10 электрических токовых сигналов; до 128 аналоговых пневматических, до 400 позиционных электрических сигналов. Каждый пользователь мог подобрать требуемый состав устройств связи с объектом. Вычислительная часть машины УМ-1 была построена на феррит-диодных элементах, имела ферритовые модульные оперативные и постоянные запоминающие устройства (соответственно 1024 слова х 4 и 2048 слова х 3), выполняла 30 арифметических и логических операций над 21 разрядными двоичными числами с фиксированной запятой со скоростью 900 опер/сек. Отличительной особенностью машины было наличие системы прерывания, обеспечивающей выполнение 16 различных, не связанных между собой программ с автоматическим выбором наиболее важного и сложного запроса по заданному приоритету. Вероятно, это был первый

практический промышленный пример мультипрограммной машины (в то время были опубликованы работы по разделению времени решения задач на машинах общего назначения). Благодаря этому свойству удалось создать программное обеспечение, выполняющее, кроме функциональных задач, диалог оператора с машиной и оперативную тестово-диагностическую процедуру, включающую исправление ошибок и т.п. Мультипрограммный режим позволил включить в состав машины пульт оператора системы управления объектом, дав ему возможность контролировать и управлять процессом. Машина УМ-1 имела в своем составе все функциональные компоненты современных управляющих вычислительных систем. Она могла работать как в комплексе с машинами МППИ-1, так и самостоятельно.

Координирующая машина КВМ-1 системы СОУ-1 обладала по тому времени очень высокими техническими характеристиками. Она была задумана, как машина, взаимодействующая в реальном времени с 65-ю абонентами типа УМ-1 и МППИ-1 на расстоянии до 12 км, связанными с КВМ-1 радиальными каналами связи. Это был существенный шаг к созданию сетевой структуры вычислительных машин для управления сложными технологическими объектами, только тогда это так не называлось. КВМ-1 могла работать также с собственными устройствами связи с объектом при решении задач управления, требующих больших вычислительных мощностей.

Вычислительный комплекс КВМ-1 мог выполнять 256 различных операций со скоростью 100 тыс.операций в секунду. Операции выполнялись как с фиксированной, так и с плавающей запятой над 25 и 50 разрядными словами. Машина имела модульную оперативную память до 126976 слов модулями по 4096, долговременную память на магнитной ленте объемом 20 млн. слов. Система мультипрограммирования, реагировавшая на 80 асинхронных запросов, позволяла создавать операционную систему реального времени, включающую в себя мощные средства диагностики. Для КВМ-1 были разработаны трансляторы для нескольких подмножеств языка АЛГОЛ-60. Машина была оснащена пультом взаимодействия оператора с процессом в диалоговом режиме с двухцветной печатью текста диалога. Интересной особенностью КВМ-1 было то, что для нее был разработан специальный набор логических элементов на туннельных диодах и транзисторах, позволяющий получить высокую производительность машины.

Создание машины КВМ-1 совпало по времени с появлением в Институте кибернетики машины Днепр-2 и информации о системе IBM-360. Поэтому работы по КВМ-1 не получили должного развития. Но основной причиной остановки работ над КВМ-1 было то, что промышленные предприятия не были готовы к использованию мощных управляющих машин. Система СОУ-1 в целом, опередила свое время. Северодонецким приборостроительным заводом было выпущено несколько сотен машин МППИ-1 и УМ-1, которые были использованы в системах управления различными объектами и успешно работали в течении двух десятилетий. Последняя машина УМ-1 была демонтирована всего 10 лет назад.

Филиал перерастает в институт

Разработка СОУ-1 потребовала огромных усилий молодого коллектива и надо отдать ему должное - успех был налицо. На Северодонецком приборостроительном заводе начался промышленный выпуск средств системотехники для управления технологическими процессами. В отличие от вычислительных машин общего назначения, выпускаемых в то время, управляющие машины имели структурные и архитектурные особенности, повышающие надежность их работы, включали в себя обширный комплекс устройств связи с объектом, оператором и др., которые в то время никем не разрабатывались и не выпускались. Создатели СОУ-1 были вынуждены осуществить их разработку, что и сделали, став пионерами в этой области.

Вспомним, что в то время практически полностью отсутствовало промышленное производство совершенных электромеханических устройств ввода-вывода информации. То, что производилось, распределялось ограниченному кругу организаций, а купить что-либо за рубежом было невозможно. Поэтому приходилось осуществлять разработку и освоение электромеханических устройств ввода-вывода самостоятельно. Например, для машины УМ-1 были разработаны ленточный перфоратор ПЛ-80, двухцветное печатающее устройство на бесконечном бланке, считыватель с перфоленты СП-3 и др. Эти изделия были освоены промышленностью и стали жить самостоятельной жизнью. К примеру перфораторов ПЛ-80 и ПЛ-150 было выпущено более сотни тысяч. Они оказались единственными в СССР выводными устройствами высокого класса и выпускались массово до начала 90-х годов.

Интересна история их создания. Сотрудники филиала познакомились на одной из выставок с перфораторами шведской фирмы Facit, работающими со скоростью 100 стр/сек. К сожалению, кинематика пробивного механизма оказалась недоступной для нашей технологии. Была предложена своя кинематика, и создан перфораторный механизм, работающий со скоростью 150 строк/сек. Производство этих изделий стало одним из профильных направлений работы Северодонецкого приборостроительного завода. Упомянутые разработки были колоссальной школой для молодого коллектива. В это время формировалось четкое представление об области специализации филиала, уточнялись требования к технике и идеологии ее создания, формировалась организационная и технологическая структура филиала, оснащалось опытное производство и, самое главное, происходила кристаллизация руководящего состава, проверенного на практической работе. Особо нужно отметить, что передача изделий в серийное производство на Северодонецкий приборостроительный завод означал совершенно новый уровень технической документации и ответственности за ее качество. Это была серьезная школа, позволившая перейти к массовому производству разработок филиала, что вселило уверенность в своих силах и изменило отношение со стороны. В 1964 г. он был передан в Министерство приборостроения, средств автоматизации и систем управления и преобразован в Научно-исследовательский институт управляющих вычислительных машин (НИИУВМ).

Следует сказать, что восьмилетний путь развития коллектива не был безоблачным. Когда в 1959 г. при организации совнархозов филиал был передан в недавно организованный Киевский институт автоматики, он лишился и финансирования и руководства. Вычислительная техника в институте находилась в зачаточном состоянии, и филиал был брошен на произвол судьбы. Затем последовали еще несколько передач - в Луганский и Донецкий совнархозы. Наконец, в 1963 г. филиал снова подчинили Северодонецкому управлению химической промышленности. Это снова приостановило финансирование и материальное обеспечение работ по вычислительной технике. Только благодаря героическим усилиям директора филиала А.А. Новохатнего филиал перешел в подчинение Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления, где был преобразован в Научно-исследовательский институт. "Поэтому история работ того времени, - вспоминал В.В. Резанов, - это история борьбы за выживание. Самостоятельность развития была единственной пользой для коллектива в эти годы, поскольку это сплотило его и заставило работать с максимальной отдачей".

Вынужденное решение

В середине 60-х годов перед разработчиками компьютерной техники в СССР возникла проблема выбора перспективной структуры и архитектуры средств обработки информации третьего поколения. Именно в это время в Советском Союзе было принято решение, лишившее собственного пути развития отечественную вычислительную технику - в качестве основы для разработки в странах СЭВ единой системы

электронных вычислительных машин ЕС ЭВМ была принята структура и архитектура Системы IBM 360. Это волевое решение, не учитывающее мнение специалистов, привело к огромным неоправданным затратам и созданию серии вычислительных машин (ЕС ЭВМ), которые устарели, не выработав своего ресурса. Использование структуры и архитектуры Системы 360 в управляющей технике, превращало ее в обычную вычислительную технику, что доказали дальнейшие события.

НИИУВМ приступил к разработке комплекса технических средств третьего поколения, аналогичного по структуре СОУ-1, применив в процессорах базовую систему инструкций и интерфейсы периферийных устройств Системы IBM 360. Разработчики понимали, что на тот момент они не могут рассчитывать на отечественную микроэлектронику, поэтому разработка делилась на две очереди. Первая реализовалась на технологической базе вычислительных систем второго поколения и включала три модели вычислительных комплексов - М1000, М2000 и М3000. При этом модель М1000 предназначалась для решения задач первого (низшего) уровня управления и не требовала мощной архитектурной поддержки, заложенной в Системе 360. Поэтому в ней была предложена собственная упрощенная система инструкций процессора и, следовательно, оригинальное программное обеспечение. Модели М2000 и М3000 имели структуру и архитектуру Системы 360 с отклонениями, определенными, исходя из возможностей элементно-технологической базы, доступной отечественной промышленности. При этом все модели оснащались общим спектром периферийных устройств, среди которых значительное место занимали средства связи с объектом. Второй очередью развития этой системы впоследствии явились более совершенные комплексы М6000, М4030. По изначальному замыслу ЭВМ М1000, М2000 и М3000 рассматривались как агрегатная система средств вычислительной техники АСВТ и являлись частью формируемой в те годы государственной системы приборов (ГСП), предназначенной для решения, прежде всего, задач управления в народном хозяйстве. Речь шла о создании и производстве широчайшего спектра взаимокомплектуемого оборудования: датчиков, измерительных устройств, исполнительных механизмов, агрегатных средств вычислительной техники и т.д., позволяющих проектным путем создавать любые системы для управления народнохозяйственными объектами, что формировало гигантский рынок продукции приборостроения.

НИИУВМ был назначен головной организацией по созданию и производству АСВТ. Это совпало по времени с принятием другого решения, касающегося создания системы резервирования пассажирских мест в московском авиаузле Аэрофлота. Поэтому первой областью применения вычислительных комплексов М2000, М3000 системы АСВТ стали не технологические объекты, а система резервирования мест на авиалиниях Аэрофлота "Сирена". С 1973 по 1998 год "Сирена" "перевезла" более 100 млн. пассажиров. По существу "Сирена" стала первой в СССР системой массового обслуживания глобального характера, включающей сотни терминальных станций (рабочих мест кассиров), десятки центров обработки и коммутации сообщений, разбросанных по всему Советскому Союзу и взаимодействующих с Московским центром резервирования мест на авиалиниях Аэрофлота. Разработчики системы столкнулись с большими трудностями: сравнительно скромными вычислительными мощностями, неудовлетворительными по помехам линиями связи, транзисторной элементной базой второго поколения, смутными представлениями о требуемых функциональных параметрах системы. При этом необходимо было в сжатые сроки создать и ввести в эксплуатацию гигантский аппаратный монстр (число только аппаратурных шкафов в системе превышало 1000) с высокой надежностью функционирования. "Иногда казалось, что эта задача не решается в принципе вспоминал В.В. Резанов. Лишь благодаря энтузиазму разработчиков Института

проблем управления (ИПУ, Москва), НИИУВМ и др. она все же была успешно решена". Главным конструктором системы "Сирена" был В.А. Жожикашвили (ИПУ).

Система "Сирена" включала:

- вычислительный комплекс для Московского центра резервирования;
- средства связи с абонентами по стандартным, в то время еще слабо развитым и низкокачественным каналам для передачи цифровой информации;
- большую архивную быстродействующую память с гарантией сохранности информации в аварийных режимах;
- средства диалового общения системы с потребителем - пульты кассиров для формирования запросов клиентов и выдачи билета, справки, массовой информации на табло, индивидуальной справки и т.п.
- систему программного обеспечения, рассчитанного на надежное функционирование системы в интересах клиента и Аэрофлота в целом.

В вычислительном центре системы был использован дуплексный комплекс М3000, что существенно повысило надежность вычислительного центра. Комплекс обеспечивал продажу до семи билетов в секунду по спонтанным запросам кассиров, разбросанных по всей территории СССР.

В качестве основных каналов связи были использованы телефонные и телеграфные выделенные и коммутируемые каналы городских АТС. Все каналы связи подключались к системе посредством специально разработанной аппаратуры передачи данных, обеспечивающей пересылку цифровой информации на скоростях 600 или 1200 бод.

Для центра сбора запросов по 256 каналам связи и обмена данными с локальными вычислительными центрами был разработан специальный модуль распределительно-преобразующего устройства. Каждый из них обеспечивал связь по 32 телефонным выделенным каналам, 32 телеграфным коммутируемым или выделенным каналам городских телефонных станций. Распределительно-преобразующее устройство имело в своем составе адаптеры для подключения к машинным интерфейсам двух комплексов М3000. Таким образом, обеспечивалась возможность организации разветвленной двухсторонней сети связи центра с терминалами на расстоянии до 8 тыс. км со скоростью 600-1200 бод. При этом осуществлялась удовлетворительная защита информации от сбоев и помех. Абонентами такой сети могли быть любые аппараты телеграфной связи того времени, пульты кассиров и региональные центры переработки информации, формируемые впоследствии из комплексов М6000 и М7000. Такая организация системы связи позволила впоследствии, заменяя компоненты, осуществлять поэтапную модернизацию и развитие системы "Сирена", обеспечивая ее жизнеспособность до настоящего времени. Экзотической частью системы в составе вычислительного комплекса был магнитный барабан, используемый для создания архивной памяти большого объема и быстродействия как ключевой элемент защиты информации о пассажирах в аварийных режимах. Интересным элементом системы "Сирена" был пульт кассира, представляющий классический видеотерминал, позволивший осуществлять полный диалог пассажир-кассир-система при формировании запроса и подготовки билета или справки. Это было серийное оборудование, которым оснащались сотни касс. Следует помнить, что в то время в стране не было опыта разработки собственных операционных систем, программного обеспечения систем массового обслуживания, сетевых программных пакетов и т.п. Все это создавалось впервые и наново в режиме величайшей ответственности и сжатых сроков. Для "Импульса" работа над системой "Сирена" была серьезнейшей школой для каждого сотрудника и для коллектива в целом.

Комплексы М1000, М2000 и М3000 создавались несколькими организациями Минприбора. М1000 разрабатывалась Тбилисским институтом средств автоматизации

ТИСА, М2000 и М3000 - совместными усилиями НИИУВМ, ИНЭУМ и СКБ Киевского завода ВУМ. Освоение этих моделей шло параллельно на Северодонецком приборостроительном заводе и Киевском заводе управляющих вычислительных машин.

НИИУВМ выполнял функции головного института по проектированию системы и был держателем всех системных и технологических стандартов, обеспечивающих единство технических и технологических решений. На примере разработки "Сирены" формировался опыт управления крупными промышленными проектами, что впоследствии сыграло большую роль и стало для НИИУВМ трамплином для прыжка в большую компьютерную промышленность. Несколько сотен крупных вычислительных комплексов были внедрены на ряде оборонных и народно-хозяйственных объектов.

Возвращение в системотехнику

Результатом выхода на всесоюзный уровень в процессе работы над "Сиреной" стало образование (1972 г.) Научно-производственного объединения НПО "Импульс" в составе НИИУВМ и Северодонецкого приборостроительного завода.

Перед объединением встала задача создания более совершенных средств системотехники на базе мини ЭВМ, обширного комплекса средств связи с объектами и программного обеспечения, ориентированного на задачи управления. Предыдущий опыт позволил разработчикам наметить основные параметры технических средств. В части базовой вычислительной машины они во многом совпали с характеристиками только что появившейся американской мини ЭВМ фирмы Hewlett Packard HP2116. Попавший в руки разработчиков листинг одного из вариантов операционной системы HP2116 окончательно определил выбор архитектуры новой мини ЭВМ "Параметр", ставшей прообразом известной ЭВМ М6000. При этом речь шла не о полном копировании американской машины. Принята была только базовая система инструкций процессора и структура операционной системы. Разработчики понимали, что всякое копирование без взаимодействия с иностранной фирмой, ведущей системные стандарты, бесперспективно. Поэтому разработка выполнялась совершенно самостоятельно на отечественной элементной базе и компонентах. Для "Параметра" был разработан стандарт на интерфейс связи процессора с периферией, который должен был эффективно решать проблему комплексирования устройств связи с объектом и связь с другими внешними устройствами.

Следует сказать, что при разработке "Параметра" сложилась благоприятная ситуация с элементной базой. В стране завершалось освоение 155 серии микросхем, предназначенной, прежде всего, для производства моделей ЕС ЭВМ. Разработка этих моделей опаздывала и первым потребителем отечественных микросхем оказался НИИУВМ.

После ЭВМ "Параметр" была разработана ЭВМ М6000, составлены отраслевые системные и технологические стандарты, позволявшие вести одновременно разработку и подготовку производства ЭВМ. Были срочно разработаны типовые конструкции для компоновки модульных управляющих систем, ставшие ведомственным конструкторским стандартом.

Разработка М6000 была выполнена очень быстро. В НИИУВМ к тому времени уже работало более 1000 человек. Параллельно разрабатывалось несколько сотен модульных компонент центрального процессора, пассивной и оперативной памяти, средств внутрисистемных коммуникаций, устройств ввода-вывода и устройств связи с объектом, методы комплексирования программно-технических комплексов по требованиям конкретных потребителей. К этому периоду относится возникновение идеи создания агрегатной системы программного обеспечения. Известные операционные системы реального времени мини ЭВМ того времени ограничивались управлением вычислительными ресурсами только самой мини ЭВМ. Предстояло же

создать операционную среду, управляющую ресурсами распределенной системы сбора информации, ее переработки и диалога с оператором, наблюдающим за процессом. Разнообразие структурных конфигураций систем управления требовало модульной структуры построения операционной среды и мощных средств сервисной поддержки как в процессе комплексирования, так и при функционировании системы. Ядро такой операционной среды для моделей М6000 было создано уже к моменту госиспытаний и в своем развитии вылилось в мощную операционную систему АСПО, много лет служившую основой создания и использования последующих комплексов СМ-1, СМ-2, СМ1210, ПС1001 и других. Это положительный пример создания своими силами мощных операционных систем.

В результате была разработана система модульных технических и программных средств, позволявшая проектным путем создавать широчайший диапазон систем управления и обработки информации - от простейших до многомашинных, распределенных территориально программно-технических комплексов для управления процессами. Этой системе и было присвоено наименование М6000 АСВТ-М. Минприбор подключил к производству комплексов М6000 еще два завода - Киевский ВУМ и Тбилисский завод УВМ. В течение двух лет производство комплексов было доведено до нескольких тысяч заказных конфигураций в год. Наличие модульного процессора наряду с развитыми устройствами связи с объектом, позволявшими работать со всем спектром стандартных сигналов Государственной системы приборов, средства общения оператор-система в сочетании с предложенной пользователю технологией проектирования и комплексирования конкретных систем управления, поставили комплексы М6000 вне конкуренции.

Комплекс технических средств типа М-6000 АСВТ-М представлял собой набор агрегатных модулей, выполненных на элементах микроэлектронной техники, и был предназначен для компоновки проектным путем автономных информационных и управляющих вычислительных систем, работающих в реальном масштабе времени.

Вычислительная часть комплексов М6000 имела:

- развитую систему ввода-вывода;
- развитую систему команд, обеспечивающую удобство программирования;
- удобную систему приоритетного прерывания, позволяющую совмещать выполнение операций ввода-вывода со счетом;
- высокую для того времени производительность (до 2000000 адресных операций и до 1800000 безадресных микроопераций в секунду);
- диапазон наращивания памяти от 8192 до 65736 байт;
- возможность подключения быстродействующих каналов прямого доступа в память, выполняющих операции ввода-вывода без прерываний процессора, а также инкрементных каналов для получения гистограмм;
- высокую надежность;
- простоту и удобство в обслуживании;
- современное эстетическое оформление.

Достаточно высокие характеристики, относительно небольшая стоимость, малые габариты и развитое математическое обеспечение открыли широкие перспективы применения этого комплекса в различных отраслях народного хозяйства.

Группа согласователей, входящих в набор технических средств, обеспечивала широкие возможности по стыковке систем, скомпонованных из набора, с устройствами и приборами, не входящими в него, а также с другими системами или линиями связи.

Работа над системой М-6000 заложила основы технической политики НИИУВМ на многие годы. В этот период НИИУВМ активно взаимодействует более чем с 1000 проектных институтов и конструкторских бюро, осуществляющими проекты создания и реконструкции народно-хозяйственных и оборонных объектов, а также с организациями, где использовались комплексы М6000. Начался массовый запуск

систем в эксплуатацию. К 1976 г. число внедренных систем превысило 5000. Это обстоятельство в очередной раз "спасло" НИИУВМ. Дело в том, что в это время Межправительственной комиссией по вычислительной технике стран СЭВ была разработана программа создания системы малых электронно-вычислительных машин СМ ЭВМ (по аналогии с уже реализуемой программой ЕС ЭВМ). Был сформирован Международный совет главных конструкторов СМ ЭВМ, во главе которого становится Б.Н. Наумов - директор ИНЭУМ (Москва). Ведущим ведомством по этому направлению назначается Минприбор СССР. На первом этапе Совет главных конструкторов СМ ЭВМ однозначно выбирает политику копирования моделей PDP американской фирмы DEC. "Решение о переориентации на копирование миниЭВМ фирмы ДЕС принималось Минприбором и Межправительственной комиссией по вычислительной технике стран СЭВ без нашего участия, - писал мне В.В. Резанов, - Казалось бы вопрос был решен окончательно. Тогда я, Костелянский Владимир Михайлович, и сотрудник НИИУВМ Бубенов Юрий Федорович написали и вручили Министру приборостроения Рудневу Константину Николаевичу докладную записку (протест) с упором на то, что мы уже имеем то, что ожидаем получить в СЭВ через несколько лет и можем потерять лидирующее положение. К сожалению, копия докладной не сохранилась. Поднялся большой шум, было более десятка совещаний и куча скандалов. На место все поставил министр, поверившей в способность самостоятельного развития отечественной техники. Он поддержал протест НИИУВМ против предлагаемой идеологии в области управляющей техники в СССР и СЭВ. Это было не простое решение. В пользу системы М-6000 и НИИУВМ говорило начавшееся массовое внедрение комплексов, крупносерийное производство этой техники, огромное количество проектов автоматизации с применением М-6000, в том числе и предприятиями МИНПРИБОРА. Пренебречь этим значило отказаться от идеи самостоятельного развития отечественной техники. С другой стороны, возникало опасение, что НИИУВМ может не справиться с возрастающей нагрузкой. Поэтому было принято соломоново решение, которое министр интерпретировал следующим образом: "У нас во время войны успешно использовались два типа истребителей, два типа танков и это не мешало, а только помогало победе, - так и в СМ ЭВМ должно быть две линии развития - линия М6000 и линия копирования моделей PDP фирмы DEC".

Главный конструктор комплекса М-6000 В.В. Резанов стал заместителем генерального конструктора СМ ЭВМ по этому направлению, а НИИУВМ (уже НПО "Импульс") стал одним из участников программы создания СМ ЭВМ, введя своих представителей во все технические органы Совета главных конструкторов. С этого момента всем последующим разработкам линии М6000 присваивалось наименование СМ (СМ-1, СМ-2, СМ-1210, СМ-1634). Главной потерей этого времени для НИИУВМ стало исключение его разработок из-под действия стандартов ГСП (для СМ ЭВМ предполагалась своя система, которую еще предстояло создать). Таким образом, выигрыш для НПО "Импульс" был в том, что появилась возможность продолжать работы, сохранить рынок потребителей и коллектив института.

"Но с этого момента "Импульс" работал в режиме жесткой конкуренции в СЭВе, - продолжает В.В. Резанов, - и, не проиграл ни одного раунда. Кстати, такая конкуренция здорово нас стимулировала, что шло на пользу делу. Жизнь расставила все на свои места. То, что было наработано в те годы - огромный фронт внедренных систем, базировавшихся на нашей технике, и сейчас является основой нашего существования в эти нелегкие годы. Мы и сейчас работаем в жестких конкурентных условиях но уже не внутри страны и не в СЭВе, а в режиме конкуренции на украинском рынке с ведущими мировыми фирмами, и пока это получается".

Нет худа без добра!

Сложившаяся ситуация породила в "Импульсе" новое направление работ. Дело в том, что еще в шестидесятые годы по линии развития ГСП и особенно в работе над системой "Сирена" НПО "Импульс" тесно сотрудничало с московским Институтом проблем управления. В середине семидесятых годов ИПУ стал участником решения крупной народнохозяйственной проблемы, связанной с расширением поиска природных ресурсов на территории СССР. При этом возникла необходимость скоростной обработки результатов поиска месторождений газа и нефти, путем сейсморазведки и снимков Земли из Космоса, что без вычислительной техники сверхвысокой производительности сделать было невозможно. Действующее в те годы эмбарго на продажу в СССР западной компьютерной техники исключало возможность покупки ЭВМ производительностью от 200 миллионов до одного миллиарда операций в секунду. Имевшиеся в ИПУ заделы по принципам параллельных вычислений и построению компьютерных систем параллельной обработки информации, а также традиционное сотрудничество ИПУ и НПО "Импульс" предопределило, что разработку сверхпроизводительных вычислительных комплексов специальным постановлением правительства поручили НПО "Импульс". Работа была выполнена в сжатые сроки - всего за четыре года, при полном отсутствии в "Импульсе" практических заделов по этому направлению. Так было положено начало работтам по созданию вычислительных программно-перестраиваемых структур ПС. Такое название соответствовало внутренней организации мультипроцессорных вычислительных средств сверхвысокой производительности. Далее это понятие было распространено на программно-технические комплексы для управления процессами, но здесь уже имелась ввиду автоматическая перестройка структуры программно-технических комплексов в зависимости от требований, предъявляемых к системам, в том числе при возникновении аварийных ситуаций. Для крупносерийного производства новой суперпроизводительной техники в Северодонецке стала срочно строиться третья очередь Северодонецкого приборостроительного завода. НПО "Импульс" стал активным участником по настоящему большой программы работ. Однако, было сделано все, чтобы техника управления процессами не стала жертвой еще одного направления развития института.

Новое поколение средств системотехники

Одной из основных особенностей технической политики в НПО "Импульс" было правило - каждое последующее поколение управляющих комплексов имело "изюминку", привлекающую внимание пользователя. Так, при разработке комплекса М7000, наследовавшего область применений М6000, с целью повышения надежности его работы была реализована идея двухпроцессорной организации центрального вычислителя. Идея мультипроцессорности родилась в НИИУВМ в начале семидесятых годов и была реализована во всех последующих разработках НПО "Импульс". Высокая надежность таких программно-технических комплексов позволяла использовать их для прямого управления даже такими важными и опасными объектами, как атомные энергоблоки (за высокие надежностные параметры комплекс М7000 был удостоен золотой медали Лейпцигской международной ярмарки). Успешное внедрение комплексов М7000 в народном хозяйстве вывели "Импульс" в первые ряды претендентов на участие в работах по созданию электронной системы судейства Олимпийских игр "Олимпиада-80" в Москве. Проектирование, поставка оборудования, монтаж и наладка выполнялись в высоком темпе. В результате к началу олимпиады была построена многомашинная распределенная система судейства соревнованиями, эффективно работавшая в период Олимпийских игр с удовлетворительной надежностью.

В этот период создаются модели СМ-1, СМ-2, СМ1634, СМ1210 для первичной переработки информации. СМ-2, использованные в системе судейства Олимпиады-80, стали преемниками машин М6000 и М7000. Таким образом, была достигнута преемственность в проектах развития и реконструкции народно-хозяйственных и оборонных объектов, ориентирующихся на продукцию НПО "Импульс". Промышленностью было поставлено на объекты около 17 тысяч новых комплексов, из которых более 10 тысяч были использованы в системах управления процессами, - явление для того времени беспрецедентное! Наиболее широко эта техника была внедрена в системах энергетического и военного назначения. Достаточно сказать, что только на космодроме Байконур использовалось более 100 упомянутых комплексов. К этому времени относится широкий фронт работ по развитию и совершенствованию номенклатуры модулей связи с объектом, дисплейной техники, средств ввода-вывода информации. Устройства связи с объектом стали аттестоваться, как средство измерения, что означало переход программно-технических комплексов в новое качество. Были разработаны и освоены промышленностью алфавитно-цифровые дисплеи СИД-1000 и станция обработки графических данных СИГДа. Эти разработки, как и предыдущие, рождались внутри системных разработок. Так рабочая станция обработки графических данных родилась внутри создаваемой в "Импульсе" системы автоматизированного проектирования многослойных печатных плат и гибридных микросхем с пропускной способностью до 100 типов блоков в месяц. Разработка получилась удачной и была запущена в серию на СПЗ. При таком широком фронте разработок и взаимодействии с 18 заводами-производителями и более чем тысячей организаций-проектировщиков различных систем нельзя было и думать об успехе без решения вопросов унификации и стандартизации, как основы системотехнических, конструкторско-технологических и организационных решений. Это заставило разработать и внедрить в "Импульсе" ряд систем автоматического проектирования и комплексную систему управления качеством. К этому времени в состав "Импульса" входили НИИУВМ, СПЗ, учебно-вычислительный центр, Волгоградское проектно-конструкторское бюро и отдел в Вычислительном центре Сибирского отделения Академии наук СССР. В НПО "Импульс" формируется отраслевой патентный фонд по вычислительной технике, а само предприятие становится базовым по стандартизации. Все упомянутые направления деятельности и разработки возникали в "Импульсе" как последовательность действий, необходимых при решении практических народно-хозяйственных задач, а не как осуществление выдвинутых кем-то идей. В семидесятых и восьмидесятых годах почти сто процентов работ НПО "Импульс" выполнялись по постановлениям ЦК КПСС и правительства.

На вершине

Возвращаясь к созданию высокопроизводительных геофизических комплексов, получивших название ПС2000 и ПС3000, следует отметить, что в этой разработке "Импульс" вплотную подошел к созданию собственной элементной базы, что диктовалось необходимостью достижения скорости в один миллиард операций в секунду. Эта задача была реализована в комплексе ПС2100, производительность которого составляла 1,5 миллиарда операций в секунду. Перед этим в 1981 г. госкомиссии был предъявлен геофизический вычислительный комплекс ПС2000 с производительностью 200 миллионов операций в секунду, построенный по принципу - много потоков данных, один поток команд. Он имел до 64 процессорных элементов, структура взаимодействия которых в процессе вычислений определялась алгоритмами задач геофизики. Созданные комплексы заинтересовали специалистов по космическому зондированию природных ресурсов Земли, что продвинуло ПС2000 в область космических исследований и ряд других, не традиционных для "Импульса", областей. В результате к середине 80-х годов "Импульс" поставил на различные объекты более

150 комплексов ПС2000, что немало даже по масштабам серьезных западных фирм. Разработка следующего геофизического комплекса ПС3000, построенного по принципу, - много потоков данных - много потоков команд, - совпала по времени со сворачиванием в распадающемся СССР геофизических исследований, поэтому этот комплекс не был доведен до серийного освоения, и работы по нему были свернуты. Такая же судьба постигла разработанный комплекс ПС2100, имевший производительность до 1,5 млрд. операций в секунду. Уникальные параметры для того времени были достигнуты, как за счет перестраиваемой внутренней структуры вычислителя, так и за счет специально разработанных микроэлектронных компонент процессорных элементов.

Работы по сверхпроизводительной технике выполнялись, как уже отмечалось выше, одновременно с массовым внедрением управляющих комплексов СМ-2, СМ1634, СМ1210, прежде всего, на топливно-энергетических объектах в обычной и атомной энергетике. Не случайно, при планировании развития атомной энергетики НПО "Импульс" оказалось в центре борьбы за право участия в автоматизации перспективных атомных энергоблоков, проектируемых в Минатомэнерго. В результате МИНПРИБОР стал головным ведомством по созданию систем управления перспективными атомными энергоблоками типа ВВР-1000. К этому времени в НПО "Импульс" уже был опыт разработки и внедрения крупной и сложной системы управления атомным энергоблоком типа РБМК1500 на Игналинской атомной электростанции. Поэтому НПО "Импульс" было определено разработчиком и поставщиком программно-технических управляющих комплексов для выше упомянутых энергоблоков. Генеральным конструктором систем управления перспективных АЭС был назначен ИПУ. Техническое задание на разработку комплексов предполагало эксплуатационную надежность более миллиона часов на отказ. Имевшийся у "Импульса" опыт разработки, производства и внедрения двухпроцессорных комплексов М7000, СМ-2, СМ1210 позволил решить эту сложную задачу путем перехода к сквозному мажоритарному принципу резервирования с мягким выводом и вводом отказавших компонентов в режиме скользящего восстановления ресурса надежности. Именно такой принцип был заложен в разработку сверхнадежного комплекса ПС1001 для автоматизации особо ответственных народно-хозяйственных объектов. Новое направление развития вычислительной техники - перестраиваемые структуры - позволило успешно решить важнейшую проблему в традиционной для НПО "Импульс" области системотехники.

"Большую помощь и поддержку НПО "Импульс" оказывал московский Институт проблем управления. "Концентрируя в своем составе видных ученых с мировыми именами, ИПУ "раскапывал" крупные народнохозяйственные проблемы, умело находил соисполнителей, передавал им право решения всех вопросов в рамках базовой концепции и оказывал помощь в решении практических задач. Так главному конструктору системы "Сирена" заведующему лабораторией Жожикашвили Владимиру Александровичу удалось объединить усилия более десятка проектных, научно-исследовательских и конструкторских организаций при решении этой гигантской задачи. Будучи научным руководителем создания высокопроизводительных комплексов серии ПС директор института Ивери Варламович Прангишвили сумел объединить интересы МИНГЕО, Академии наук СССР, ряда оборонных ведомств, доказав, что эта задача решаемая и есть фирма способная выполнить эту работу. Мы были этой фирмой, и нам была предоставлена, как главному конструктору, полная свобода действий и достаточные ресурсы. В результате была выполнена разработка упомянутых комплексов ПС2000, ПС3000 и ПС2100 с уникальными техническими характеристиками, был построен завод для их производства. Это хороший пример плодотворного сотрудничества академического научного центра и отраслевой фирмы",

- такую оценку роли ИПУ дал бессменный научный руководитель НПО "Импульс" Владислав Васильевич Резанов.

Начавшаяся "перестройка" в СССР многое изменила - появилось Акционерное общество "Импульс". Но это уже новая страница истории. Следует только, сказать, что созданный за предшествующие годы большой запас прочности еще удерживает "Импульс" "на плаву" и в период кризиса экономики в Украине.

"Могучая кучка"

Уникальность "Импульса" проявляется и в том, что его основатели, "могучая кучка" молодых специалистов, сумели сохранить себя, свое единство на протяжении более чем тридцатилетней совместной работы.

О каждом из них нужно было бы написать подробную биографию, но рамки книги не позволяют это сделать. Ниже приводятся лишь краткие биографические справки. Исключение сделано для двух руководителей "Импульса" - его директора Андрея Александровича Новохатнего и научного руководителя Владислава Васильевича Резанова.

Новохатний Андрей Александрович. - его организатор и руководитель. Родился в 1925 г. в с. Васильевка Днепропетровской области. Участник Великой Отечественной войны. Окончил Львовский политехнический институт (1951) по специальности "контрольно-измерительные приборы и автоматизация нефтяной промышленности.

Начал трудовой путь на Ново-Грозненском нефтеперерабаты вающем заводе инженером, затем начальник цеха контрольно-измерительных приборов и автоматики (1952-1958). С 1958 г. стал работать в Лисичанском филиале Института автоматики Госплана УССР, с 1959 г. - его директор. Благодаря энергичным усилиям и высокому организаторскому таланту А.А. Новохатнего филиал быстро развивался, успешно выполнял ряд заданий по государственным программам. В 1964 г. филиал преобразовался в Научно-исследовательский институт управляющих вычислительных машин, а с 1972 г. стал крупнейшим в стране научно-производственным центром НПО "Импульс", объединяющим ряд крупных научных организаций и производственных предприятий. Будучи генеральным директором объединения А.А. Новохатний наряду с хозяйственно-производственной сферой руководства успешно руководит рядом научно-исследовательских разработок и внедрением их в важнейших и уникальных системах управления, таких как автоматизированная система управления, резервирования и продажи билетов на авиалиниях страны "Сирена" (1968-1973), автоматизированная система управления "Олимпиада-80" (1976-1980), система наземных и летных испытаний космических объектов "ТЕМП" (1973-1979). Принимал участие во внедрении разработок НПО "Импульс" в центре подготовки космонавтов и в центре управления полетами (1979-1985). На основе выполненных работ подготовил и успешно защитил кандидатскую диссертацию (1974).

В течение более 20 лет А.А. Новохатний возглавлял областное правление Научно-технического общества приборостроительной промышленности имени С.И. Вавилова и является его почетным членом. почетный гражданин Северодонецка.

Награжден медалями "За боевые заслуги", "За Победу над Германией", "За взятие Берлина" (1945), орденами Трудового Красного Знамени (1966), Октябрьской Революции (1971), Трудового Красного Знамени (1976), Дружбы народов (1981), Отечественной войны II степени (1986). Имеет Почетную грамоту Президиума Верховного Совета УССР (1986). Лауреат премии Совета Министров Украины (1979)

В 1987 г. оставил пост генерального директора НПО "Импульс", но продолжает активную деятельность в качестве председателя правления акционерного общества "Интерпульс" в Северодонецке.

Костелянский Владимир Михайлович. (1929-1996). Выпускник Московского университета. Человек уникальных аналитических способностей, энтузиаст развития отечественной науки и техники, обладал энциклопедическими знаниями в области компьютерных технологий и современных методов функциональной организации модульных систем управления процессами. Ведущий схемотехник "Импульса" на всех этапах ее развития. Автор системотехнических концепций и проектов, ключевых технических и программных средств.

В.М. Костелянский был одним из авторов системного проекта АСВТ и АСВТ-М, а также членом рабочей группы Совета главных конструкторов СМ ЭВМ по разработке всех очередей системного проекта СМ ЭВМ, заведующим отделом системотехники в НИИУВМ. С энтузиазмом брался за разработку сложнейших системотехнических проблем и всегда справлялся с поставленной задачей. Последними работами В.М. Костелянского были разработки системотехнических концепций построения высоконадежных глубоко резервированных управляющих комплексов для особо ответственных объектов (АЭС и т.п.). Разработанная им идеология безударного резервирования и скользящего восстановления ресурса работоспособности сложных глубоко-резервированных систем и сейчас лежит в основе создаваемых в "Импульс" программно-технических комплексов. Является автором практически всех системных фирменных стандартов.

Награжден Орденом Трудового Красного знамени.

Сомкин Владимир Михайлович. Родился в 1933 г. Выпускник Ленинградского политехнического института. Много лет исполняет обязанности заместителя директора НИИУВМ по технологическим проблемам. Бессменный руководитель и один из авторов нескольких поколений конструкторско-технологических решений, на базе которых создавались в Минприборе комплексы АСВТ, АСВТ-М, СМ ЭВМ, серия ПС.

Конструкторско-технологические решения, разработанные под его руководством, были приняты в качестве стандартов в МИНПРИБОРЕ при создании и производстве средств вычислительной техники на предприятиях отрасли.

Руководил в НИИУВМ группой подразделений, создающих конструкторско-технологическую и элементную базу, а также базовые модули для комплексирования программно-технических комплексов. (ЗУ, источники питания и т.п.). Был руководителем рабочей группы Совета главных конструкторов СМ ЭВМ по конструкторско-технологическим решениям. Осуществлял управление производственно-технологической деятельностью НИИУВМ, был инициатором создания систем автоматизации проектирования электронных элементов и узлов управляющих вычислительных машин, а также системы стандартов, обеспечивающих высокое качество конструкторско-технологических решений. В течении многих лет осуществлял связь "Импульса" с другими предприятиями отрасли и государственными органами технического надзора.

Успешная деятельность В.М. Сомкина в этой области обеспечила фирме и предприятиям изготовителям единство стандартов и конструкторско-технологических решений.

Имеет правительственные награды, лауреат премии СМ УССР.

Продолжает работать и поныне

Сопочкин Леонид Алексеевич. Родился в 1926 г. Выпускник Ленинградского политехнического института. Участник Великой отечественной войны. Бессменный руководитель работ по созданию средств связи с объектом всех поколений информационно-управляющих вычислительных комплексов, разработанных в "Импульсе". Еще в шестидесятые годы при разработке системы "Автодиспетчер" и информационно-управляющих машин МППИ-I и УМ-I им была сформулирована идеология построения модульной функционально полной подсистемы средств связи с объектом, ориентированной на весь диапазон сигналов государственной системы

приборов и в последствии ставшей основой для построения средств связи с объектом всех поколений системотехники, разработанных в "Импульсе". Руководил рабочей группой Совета главных конструкторов СМ ЭВМ. Под его руководством в 70-х годах была разработана серия терминалов связи с объектом ТСО и ССО-I, освоенных Черновицким заводом ЭВМ и внедренных в многомашинной информационно-управляющей системе автономного энергоблока на Игналинской АЭС. Последующая серия терминалов связи с объектом ТВСО была выпущена многотысячным тиражом и широко использовалась. Воспитал много талантливых специалистов.

В девяностых годах руководил созданием средств связи с объектом для микропроцессорной системы контроля и управления для комплексов ПС1001.

Продолжает трудится в АО "Импульс".

Награжден орденом Октябрьской Революции и медалями.

Обувалин Михаил Иванович. (1923-1994). Выпускник Пензенского индустриального института. Работал в НИИУВМ с первых дней его создания. Был одним из немногих, имевших опыт работы до приезда в Северодонецк (в Московском СКБ-245 в качестве заведующего лабораторией математического обеспечения).

М.И. Обувалин стал основателем Северодонецкой школы системного и прикладного программирования. Будучи талантливым ученым и высококвалифицированным специалистом в области разработки математических описаний прикладных задач управления он использовал свой опыт, накопленный во время работы в Москве, при разработке математического обеспечения системы "Автодиспетчер", положив начало созданию библиотеки стандартных программ управления технологическими процессами. Это направление работ продолжается и теперь. Будучи в течении 30 лет бессменным руководителем отдела прикладного программного обеспечения М.И. Обувалин принимал участие во всех работах "Импульса" по созданию и внедрению всех систем, таких как система "Сирена", "Олимпиада-80" и других, выполняя роль идеологического руководителя работ.

Практически вся "программистская элита" в "Импульсе" прошла школу Обувалина. Результат его деятельности - десятки тысяч экземпляров носителей программ, эксплуатируемых до сих пор в системах управления, где работают программно-технические комплексы "Импульса". Награжден медалями: "За доблестный труд" и "Ветеран труда".

Винокуров Владимир Геннадиевич. Родился в 1933 г. Выпускник Горьковского университета. Много лет руководил отделом системного программирования в НПО "Импульс", один из авторов и инициатор создания агрегатной системы программного обеспечения (АСПО) для модульных комплексов технических и программных средств, создаваемых в НИИУВМ. В рамках АСПО была создана и определилась как базовая для программно-технических комплексов М6000, СМ-I, СМ-2М, СМ1210, ПС1001 система программных модулей и средств комплексирования операционных систем реального времени различного назначения и для различных конфигураций ПТК. Будучи отличным организатором и воспитателем молодого поколения специалистов, В.Г. Винокуров создал творческий коллектив блестяще подготовленных системных программистов, сумевших в течении тридцати лет обеспечить независимость фирмы в области обеспечения функционального соответствия параметров поставляемых и внедренных у пользователя программно-технических комплексов требованиям их развития.

Имя В.Г. Винокурова невозможно отделить от имен его коллег и соратников А.Б. Айзенберга, В.В. Щербакова, В.А. Алексеевой и многих других. Разработка АСПО и ее длительная жизнь доказали возможность самостоятельного создания и развития собственных современных средств системного программирования как мощного рычага в достижении современных параметров программно-технических комплексов для управления процессами.

Работа в этом направлении продолжается и теперь, хотя ее основоположник по состоянию здоровья уже два года на пенсии.

Итенберг Илья Израилевич. Родился в 1932 г. Выпускник Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта. Руководил рядом подразделений "Импульса", выполняющих ключевые разработки. Отличный инженер и блестящий организатор крупных проектов, прекрасный воспитатель молодежи, И.И. Интенберг всегда выбирал самые сложные направления работы. Он был участником создания системы оперативного управления СОУ, главным конструктором уникальной многомашинной, многоуровневой системы управления сортировочным комплексом Братского лесопромышленного комплекса "Тайга" и "Ангара", главным конструктором управляющих комплексов М6000 и СМ-2, ставшими основой построения систем управления процессами в народном хозяйстве и ряде оборонных применений.

Когда возникла задача срочной разработки и организации производства сверхпроизводительных комплексов для решения задач исследования природных ресурсов Земли, он возглавил отдел по созданию высокопроизводительных комплексов ПС2000 и ПС2100. В 1982 г. начался их серийный выпуск и внедрение в системах обработки космической информации, оборонной гидроакустики и сейсморазведки. В 1986 г. была завершена разработка комплекса ПС2100 с производительностью 1,5 миллиарда операций в секунду, была изготовлена и поставлена заказчику их первая партия. В связи с развалом Советского Союза, к сожалению, эти работы были прекращены. В последние годы И.И. Итенберг работал по созданию супернадежных управляющих комплексов.

Вшивцев Геннадий Васильевич. Родился в 1924 г. Выпускник Московского энергетического института. Участник Великой Отечественной войны. Один из тех немногих, кто приехал работать в Северодонецк, имея некоторый опыт в области разработки управляющей техники. С его именем связаны разработка и внедрение первых систем для управления процессами (советчики мастера доменного процесса - первенцы деятельности "Импульса").

Впоследствии Г.В. Вшивцев в течение многих лет руководил отделом по созданию запоминающих устройств различного назначения для всех разработок "Импульса". Отдел занимался исследованием физических принципов построения памяти, осуществлял разработку ее элементов, разрабатывал технологию изготовления устройств памяти и отвечал за передачу их в серийное производство.

Достаточно сказать, что запоминающие устройства, созданные под его руководством, изготавливались на заводах Радиопрома в Кузнецке и Астрахани, на московском заводе "Энергоприбор" и использовались не только в изделиях "Импульса".

Огромная заслуга Г.В. Вшивцева в том, что он умел подбирать талантливую молодежь, формировать творческие личности и организовывать их коллективную работу. Не случайно несколько поколений его воспитанников возглавляли ключевые направления и подразделения "Импульса". Награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалями.

Дейнеко Василий Никитович. Родился в 1932 г. Выпускник Харьковского политехнического института. Главный конструктор и руководитель работ по системам энергообеспечения всех проведенных разработок.

Энергообеспечение первого, второго и третьего поколений вычислительной техники, особенно модульных систем со свободным комплексированием всегда было сложной проблемой, связанной с решением электромагнитной совместимости и надежности. В.Н. Дейнеко создал инженерную школу средств энергообеспечения сложных модульных систем управления, работающих в сложных условиях. Под его руководством были разработаны и созданы несколько поколений модульных систем энергообеспечения, бестрансформаторные источники питания с прекрасными

удельными характеристиками, способными работать в условиях высокого уровня электромагнитных и электростатических помех. Они выпускались крупными сериями и использовались не только в изделиях "Импульса". Этим коллективом были проведены серьезные исследования в области технологии защиты систем энергообеспечения сложных распределенных управляющих комплексов, результаты которых являются "золотым фондом" "Импульса".

Сейчас В.Н. Дейнеко и его коллектив работает над системой энергообеспечения комплексов нового поколения.

Кот Владимир Иосифович. Родился в 1934 г. Выпускник Львовского университета. Работал вначале в области проектирования и внедрения систем управления различными объектами, где использовались программно-технические комплексы производства НПО "Импульс". В семидесятых годах, когда огромный фронт работ, выполняемых в "Импульсе", потребовал разработки и внедрения систем автоматизированного проектирования электронных компонент, узлов, модулей и устройств, входящих в состав управляющих комплексов, а также автоматизации самого процесса комплексирования, включая выпуск системной документации и генерации программных средств, он стал руководителем этих работ. При этом решалась также задача оперативного комплексирования заказных конфигураций проблемно-технических комплексов в процессе крупного серийного их производства. Система была построена с использованием вычислительной техники "Импульса". Для нее разработано оригинальное программное обеспечение и прецизионные плоттеры, полностью решившие задачу выпуска графической документации. Эти плоттеры выпускаются и сейчас. Система эксплуатировалась более 20 лет и обеспечила решение ряда важных научно-технических и производственных задач.

В.И. Кот и ныне руководит подразделением, осуществляющим автоматическое проектирование продукции в "Импульсе". В свое время опытом "Импульса" пользовались многие организации и предприятия страны. Все научно-технические разработки, которые выполняет В.И. Кот, получили практическое использование. Награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалями.

Беликов Эдуард Тимофеевич. Родился в 1935 г. Выпускник Казанского химико-технологического института. Вначале занимался обследованием объектов на предмет формирования задач автоматизации, но по мере развития работ, возрастания их сложности и объемов, определилась необходимость эффективной организации деятельности фирмы в целом, как единого организационного и научно-технического организма, что увлекло Э.Т. Беликова, и с шестидесятых годов по настоящее время он руководит подразделением, осуществляющим организационно-экономическое управление "Импульсом", включая приведение организационной структуры и структуры управления в соответствие текущим требованиям, создание нормативной организационно-экономической базы, ее внедрением и обучением сотрудников. Необходимость такой деятельности и эффективность ее результатов проверены временем. В "Импульсе" все годы работа шла над одной или двумя крупными системами, в рамках которых отрабатывались компоненты, имевшие как системное, так и самостоятельное значение. Поэтому и системотехническая и организационно-техническая увязка этих работ всегда подчинялись строгой системе стандартов, разработкой и ведением которых много лет занимался Э.Т. Беликов. Значение этих работ нельзя не оценить. Без успехов в этой области не было бы и "Импульса". Сюда же входила координация деятельности нескольких НИИ и КБ, а также одиннадцати серийных заводов, входящих в сферу интересов НПО "Импульс". Известные события разрушили эту неплохо работающую пирамиду. Сейчас Э.Т. Беликов работает над созданием новой организационно-технологической и экономической структурой "Импульса", удовлетворяющей новым условиям.

Барабанов Владимир Андреевич. Родился в 1933 г. Окончил Ленинградский политехнический институт. Руководитель ряда пионерских разработок. Был главным конструктором первой управляющей вычислительной машины для прямого цифрового управления "Автооператор". Отдел, которым он руководил в течение более 25 лет, разрабатывал процессорные части вычислительных комплексов, проектируемых в "Импульс". На их базе комплексировались программно-технические комплексы различного назначения. Управляющая машина УМ-1, системы третьего поколения М-2000, М-3000, вычислительный комплекс для системы резервирования мест на авиалиниях Аэрофлота, система СМ-2 и промышленный контроллер СМ1634 - неполный перечень разработок, в которых В.А. Барабанов и руководимый им коллектив играли ключевую роль. Особая заслуга В.А. Барабанова в том, что большинство его разработок были или доведены до внедрения в серийное производство, или внедрены в эксплуатацию. В его отделе профессионально выросли ряд талантливых разработчиков, ставших основой быстрого развития "Импульса" в семидесятые и восьмидесятые годы. Сейчас В.А. Барабанов, будучи на пенсии, продолжает работать в АО "Импульс". Имеет правительственные награды: орден Трудового Красного знамени и медали.

Лиманский Том Иванович. Родился в 1933 г. В течение тридцати лет был руководителем работ по решению проблем надежности, включая этапы разработки, изготовления и эксплуатации изделий. Т.И. Лиманский был автором комплексной системы управления качеством на "Импульсе", опыт применения которой использован в масштабе всей отрасли приборостроения.

Свойства характера, уровень профессионализма, высокая ответственность и обширные права, переданные руководством "Импульса" отделу надежности, позволили Т.И. Лиманскому поставить решение вопросов надежности на первое место во всех звеньях научно-производственного процесса. Им была создана первоклассная испытательная база, а система разработанных стандартов и умение заставить их неуклонно соблюдать позволили создавать ап

Т.И. Лиманский руководил разработкой ряда основополагающих отраслевых стандартов в МИНПРИБОРЕ, был одним из авторов ряда государственных стандартов. Школа, созданная Т.И. Лиманским на "Импульсе", и ныне продолжает успешно функционировать.

В настоящее время Т.И. Лиманский перешел на преподавательскую работу, оставив "Импульсу" подготовленную смену.

Резанов Владислав Васильевич. Бессменный научный руководитель "Импульса" (1958-1995). Принимал активное участие в формировании и реализации отраслевых, союзных, международных программ создания и внедрения управляющей вычислительной техники. Руководил рядом ключевых разработок МИНПРИБОРА в области создания, производства и внедрения управляющей вычислительной техники:

В 1954-1971 гг. главный конструктор Агрегатной системы средств вычислительной техники (АСВТ). Разработка выполнялась по союзному плану, модели М1000, М2000, М3000 производились серийно на Киевском заводе ВУМ, Северодонецком приборостроительном заводе, Тбилиском заводе УВМ. На базе АСВТ были созданы ряд систем управления хозяйственного и оборонного значения, среди них известная система резервирования мест на авиалиниях страны "Сирена" - первая реально действовавшая система массового обслуживания.

В 1968-1976гг. главный конструктор семейства моделей М6000-М7000 АСВТ М, ставшего в свое время основой построения систем управления процессами практически во всех сферах народного хозяйства и ряда оборонных областей. За десять лет серийного производства Киевский завод ВУМ, Северодонецкий приборостроительный завод и Тбилиский завод УВМ выпустили более 18 тысяч комплексов М6000, на их базе создано более 15 тысяч систем управления.

В 1976-1990 гг. В.В. Резанов заместитель генерального конструктора системы малых электронных вычислительных машин (СМ ЭВМ), разработка которых выполнялась по программе сотрудничества стран СЭВ, главный конструктор семейства моделей СМ ЭВМ, разрабатываемых и производимых в НПО "Импульс" (модели СМ2, СМ2М, СМ1634, СМ1210). Эти модели пришли на смену моделям М6000-М7000.

В 1978-1987 гг. он главный конструктор высокопороизводительных геофизических вычислительных комплексов агрегатной системы вычислительной техники на перестраиваемых структурах (АСВТ-ПС). Работа выполнялась по заданию Совета Министров СССР в интересах обеспечения исследований природных ресурсов Земли и ее космического зондирования. С 1981 по 1989 г. в НПО "Импульс" были закуплены 150 комплексов ПС 2000 и поныне эксплуатирующихся в центрах обработки космической информации, в гидроакустических системах специального назначения и других.

В 1984-1991 гг. В.В. Резанов - заместитель генерального конструктора систем управления атомными электростанциями, главный конструктор программно-технических комплексов для особо важных объектов. Первая очередь разработки сверхнадежных программно-технических комплексов ПС1001 была принята государственной комиссией в 1990 г. В связи со свертыванием работ в атомной энергетике работы были продолжены для других заказчиков. Управляющие комплексы, разработанные по этому направлению в НПО "Импульс", и сейчас являются основной продукцией АО "Импульс".

С 1995 г. он - главный научный сотрудник АО "Импульс".

В.В. Резанов был членом Научно-технического совета МИНПРИБОРА, Совета главных конструкторов СМ ЭВМ, членом многочисленных комиссий, связанных с развитием вычислительной техники в СССР, редколлегии журнала "Приборы и системы управления". Имеет более ста научно-технических публикаций, изобретения, педагогический стаж. В 1982 г. ему присвоено звание "Заслуженный машиностроитель Украины". Имеет ряд правительственных наград, в частности, ордена "Знак Почета" (1966), Трудового Красного Знамени (1971), Октябрьской Революции (1977), Ленина (1986).

Автору захотелось понять как формировался будущий научный руководитель "Импульса", сумевший совсем молодым взять на себя научное руководство небольшим коллективом своих сверстников, провести его через многие испытания и превратить его, вместе со своими коллегами ("могучей кучкой"), в научно-технический центр системотехники, осуществивший в масштабах бывшего Советского Союза огромный объем научно-исследовательских работ, обеспечивших компьютеризацию технологических процессов и энергетических объектов. Я попросил его написать несколько слов о себе и привожу его рассказ.

"Мое появление в Северодонецке связано с тем, что в пятидесяти километрах от него находится моя родина г. Старобельск, где тогда жили мои родители. Поэтому, когда появилась возможность выбора - Киев или Северодонецк, я выбрал последнее. Родителям я всем обязан. Отец Василий Андреевич Резанов, оставшись сиротой, начал работать с 8 лет в частном кинотеатре, когда фильмов еще не было, а были "ленты" для удивления публики движущимися картинками. Он был ходячей историей кино и ушел на пенсию директором кинотеатра. На его свадьбе в 1924 г. загорелась первая в уезде электрическая лампочка. С 1925 г. он занимался радиолюбительством и оставался таким до последних дней. И все это в режиме самоучки. Поэтому я с раннего детства соприкасался с техникой тех лет. Когда мне было 10 лет, я собрал свой первый детекторный приемник и уже неплохо разбирался в радиолюбительской электронике. Отец очень хотел, чтобы его дети стали радиоинженерами. Поэтому, несмотря на то, что началась война и отец был на фронте, моя старшая сестра, отлично окончив школу, поступила в 1944 г. на радиофакультет Московского энергетического института,

проложив туда дорогу и мне. В голодный 1945 г. моя радиолюбительская практика помогла выжить всей нашей семье. Я переделывал трофейные радиоприемники на советские радиолампы, что давало определенный заработок. Школу закончил в 1947 году и намеревался поступить на радиофак МЭИ. Но это было не просто - более 15 человек претендовали на одно место, причем 10 из них были бывшими фронтовиками. Поэтому мне пришлось четыре года учиться на факультете электрификации промышленности и транспорта. Вернуться в область электроники помог случай. Это было время, когда кибернетика была под запретом. Директором МЭИ в то время была Валерия Алексеевна Голубцова - жена Г.М. Маленкова второго после Сталина лица в СССР. Будучи человеком прогрессивным, она организовала в МЭИ физико-энергетический факультет и специальный закрытый курс счетно-решающей техники на факультете электровакуумных приборов. Этот курс состоял из двух групп студентов, отобранных из различных вузов Москвы. Поскольку в МЭИ я был известен как ярый радиолюбитель, меня перевели в одну из групп. В ней было 14 человек и лекции по вычислительной технике читали нам такие светила, как С.А. Лебедев. Все это происходило в условиях чрезвычайной секретности. Это был первый в стране выпуск специалистов по счетно-решающей технике. Многие из них впоследствии внесли заметный вклад в становление компьютерной промышленности страны. Достаточно назвать В.В. Пржиялковского - генерального конструктора ЕС ЭВМ. По окончании МЭИ меня направили работать на Пензенский завод счетно-аналитических машин. Это был период бурного развития вычислительной техники. Крайний голод на специалистов позволял молодым инженерам сразу занимать лидирующие позиции в заводской иерархии. Мне было поручено создание контрольно-испытательной станции для цеха математических машин, получилось неплохо. Поэтому через год меня перевели в Пензенский филиал СКБ-245, который под руководством Рамеева разрабатывал и осваивал вычислительные машины серии "УРАЛ". Но работал я в отделе Н.С. Николаева, незаслуженно забытого энтузиаста вычислительной техники и хорошего организатора. В этом отделе были выполнены разработки ряда аналоговых сеточных моделирующих машин и созданная цифровая вычислительная машина для управления электропоездами. Мне досталась разработка вычислительной системы реального времени для размагничивания военных кораблей перед их выходом на боевые задания. Даже сегодня согласие на такое задание, учитывая очень сжатые сроки, выглядит авантюрой. Тем не менее такая система была построена и введена (уже без меня) в эксплуатацию. Это была "темповая" и захватывающая работа. Именно для этой системы была разработана феррит-диодная элементная база и ферритные запоминающие устройства, которые потом стали основой первых разработок в Северодонецке. Пенза в то время была инкубатором специалистов для компьютерной промышленности страны. Там работали В.В. Пржиялковский, В.И. Долкарт (ставший впоследствии одним из авторов машин серии ВНИЭМ) и другие. Переезд из Пензы в Северодонецк был вызван личными мотивами, хотелось быть ближе к родным местам. Так я оказался в Лисичанском филиале СКБ-245.

В конце пятидесятых годов, в связи с расширяющимся фронтом работ, потребовалось срочное пополнение кадрового состава филиала. Проблема была решена следующим образом. Химики дали деньги, а строители стали строить жилье. В некоторые годы мы получали до 200 квартир. Мы объявили набор специалистов по всем крупным научным центрам страны с гарантией интересной работы и предоставлением жилья. Было получено более трех тысяч заявлений, из которых были приняты около 500. Именно те сотрудники, которые первыми приехали в этот период времени, стали кадровым ядром НПО "Импульс". Нужно сказать, что были и потери. На второй год работы филиала часть специалистов, прибывших в период его организации, уехала. В начале шестидесятых годов почти все начальники отделов филиала были приглашены в Киев на ведущие должности в Киевский завод ВУМ, а

один из них - В.П. Сергеев, стал главным инженером этого завода. Однако, объявленный филиалом набор специалистов позволил выдержать этот страшный удар. Впоследствии в основу кадровой политики "Импульса" была положена идея перманентного замещения кадрового состава за счет молодых специалистов. В итоге "Импульс" "процедил" через себя более двух тысяч человек, в связи с чем практически в любом городе бывшего СССР у него были "свои" люди.

При формировании технической политики мы, по мере возможности, внимательно следили за разработками управляющих машин в других организациях. В Киеве в Институте кибернетики такой была управляющая машина широкого назначения "Днепр", в Москве машины МАР и МАРС, в Ленинграде управляющая машина УМ-1 НХ.

Мы остановились на концепции многоуровневого комплекса средств управляющей вычислительной техники. Ваш доклад на конференции в Северодонецке в 1960 г. о создании нормального ряда цифровых управляющих машин подтвердил правильность выбора. Эта концепция в своей основе остается неизменной до настоящего времени.

Нужно сказать, что история "Импульса" отнюдь не была безоблачной. Мы постоянно ощущали свою периферийную ущербность, чувствовали, что к нам относятся пренебрежительно, поскольку у нас не было ученых с известными именами. Впоследствии, как была доказана наша техническая и технологическая состоятельность, это переросло в прямую конкурентную борьбу с не всегда джентельменскими методами. Например, мы понимали, что несмотря на наше "химическое происхождение", наше место в приборостроении, поскольку одна химическая отрасль не могла в достаточной степени востребовать наш потенциал. Поэтому, когда химики без согласования с нами приобщили нас соответствующим постановлением правительства к Комитету химической промышленности СССР, мы предприняли невероятные усилия, чтобы перейти в подчинение Комитету по приборостроению. Нашему директору Новохатнему в течении одного дня удалось пробиться на прием к председателю Госплана СССР, президенту Академии наук СССР и трем министрам и убедить их в передаче филиала в этот Комитет. Тот, кто хоть немного знаком с государственной бюрократической машиной, в полной мере оценит этот "подвиг". Результат его - сохранение нашего коллектива и направления его работы, потерей было полное прекращение финансирования по линии Комитета химической промышленности. Палочкой - выручалочкой в этот момент стало предложение московского Института проблем управления принять участие в создании системы резервирования мест на авиалиниях Аэрофлота. С этого момента судьба "Импульса" стала тесно связана с этим институтом".

Владислав Васильевич не случайно написал, что во всем обязан отцу. На его примере он убедился, что овладеть всем можно самому, и сын повторил наглядный урок отца, только в несоизмеримо увеличенном масштабе.

Я очень высоко ценю каждого из "могучей кучки", о которых было сказано выше. И вместе с тем нельзя не сказать, что даже на фоне этого далеко незаурядного коллектива специалистов высочайшего уровня Владислав Васильевич Резанов выделяется несомненными качествами лидера: обширными и глубокими знаниями по основным направлениям развития компьютерной науки и техники, блестящей инженерной интуицией, способностью не пасовать перед трудностями, умением целенаправленно и творчески работать с коллективом сотрудников. Как человек он вызывает глубокое уважение своей скромностью, принципиальностью, внимательным отношением к окружающим его людям.

То, о чем рассказано, в основном, происходило в 60-х и 70 -х гг. Но время неумолимо! Повзрослели молодые специалисты, сменилось руководство.

В 1989 г. появился новый генеральный директор Виктор Григорьевич Ракитин, избранный на этот пост трудовым коллективом "Импульса". Вице-президентами АО "Импульс" стали В.В. Елисеев и Е.С. Черножуков, главным конструктором к.т.н. Г.Ю. Пивоваров, появились новые заведующие ведущими отделами: В.И. Макарова, Ю.В. Новоселецкий, П.Ф. Надточий, В.И. Ященко, сформировалась группа ведущих специалистов высокого класса: В.В. Блинов, С.И. Крикуненко, к.т.н. В.А. Ларгин, А.Н. Медведев, Е.Н. Алексеева, В.Э. Мадерога, М.И. Муртазаев, к.т.н. А.С. Набатов, В.Ф. Якубов и др.

В новых экономических условиях на плечи "молодых" легли многие проблемы дальнейшего развития, которые нужно было решать грамотно и ответственно, менять организационные структуры управления разработкой и производством. Появились коллективы с определенным уровнем самостоятельности, которые не боялись брать на себя ответственность и методом проб и ошибок двигались к намеченной цели - созданию микропроцессорной системы контроля и управления МСКУ М, используя при этом многолетний опыт АО "Импульс".

МСКУ М была построена на основе новейших концепций в области автоматизированных систем управления технологическими процессами АСУ ТП и имеет необходимые лицензии для применения на атомных электростанциях. Она построена по принципу распределенной децентрализованной микропроцессорной системы контроля и управления, что обеспечивает ее надежность и повышение производительности за счет перераспределения функций между элементами системы, поэтапное расширение функциональных возможностей системы управления в процессе ее промышленной эксплуатации и др.

Номенклатура изделий МСКУ М позволяет создавать проектным путем программно-технические системы любой степени сложности и конфигурации.

Создание программного обеспечения системы сводится к процессу компоновки и настройки штатных программных средств из состава универсальной библиотеки программных модулей, практически не требующих специальных знаний по программированию.

МСКУ М рассчитана на регистрацию и обработку параметров производственного процесса, регулирование, управление, включая средства защиты, блокировки, сигнализации. Имеются средства для выполнения вычислительных операций, алгоритмов оптимизации, экспертных оценок, визуализации процессов на экранах коллективного пользования и мониторах, дистанционное управление.

МСКУ М обеспечивает реализацию всего диапазона возможных систем управления от одноконтурного регулирования до адаптивного управления сложными технологическими процессами.

Широкое разнообразие стандартных интерфейсов МСКУ М и использование стандартных программных модулей обеспечивает стыковку с другими системами и приборами автоматизации.

Для высокоскоростного обмена информацией между компонентами служат как специальные промышленные локальные вычислительные сети (ЛВС), так и универсальные ЛВС типа Ethernet, Arcnet. В качестве специальной ЛВС в МСКУ М используются модульная асинхронная перестраиваемая сеть МАПС.

Для организации верхнего уровня АСУ ТП используются рабочие станции ПС 5101. На их базе компонуются рабочие места операторов-технологов, высокопроизводительные вычислители для оптимизационных задач и экспертных систем, информационные серверы, инженерные станции и др..

В 1997 г. в АО "Импульс" были успешно проведены испытания рабочих станций ПС 5101 и сетевого оборудования для верхнего уровня АСУ ТП, а также аппаратуры системы внутриреакторного контроля (СВРК).

В 1998 г. планируется внедрение рабочих станций и СВРК на энергоблоках Запорожской АЭС.

Новая серийная продукция Северодонецкого АО "Импульс" - микропроцессорная система контроля и управления МСКУ М удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к современным программно-техническим комплексам, предназначенным для работы в автоматизированных системах управления технологическими процессами и энергетическими объектами различного назначения.

Заканчивая рассказ об "Импульсе", я сердечно желаю ветеранам "Импульса", их наследникам и новому руководителю Виктору Георгиевичу Ракитину сохранения традиций, авторитета, успехов в работе, счастья в жизни, новых уникальных достижений.

Приложение 1

Основные направления деятельности АО "Импульс"

Разработка, изготовление и поставка "под ключ" автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), информационно-вычислительных систем (ИВС) и систем автоматического управления (САУ) для различных областей промышленности:

в энергетике:

- АСУ ТП и ИВС энергоблоков различной мощности для ТЭС и АЭС;
- АСУ ТП открытых распределительных устройств для ТЭС и АЭС;
- системы внутриреакторного контроля энергоблоков АЭС;
- системы контроля генераторов энергоблоков ТЭС;
- приборы управления электроприводами;
- системы сбора и передачи телеметрической информации;
- цифровые осциллографы

в нефтехимии и химии:

- АСУ ТП нагревательных печей для предприятий нефгеоргсинтеза;
- автоматизированные системы контроля, управления и защиты газовых нагнетателей;
- АСУ ТП оборудования резервуарных парков и насосной;
- АСУ ТП производства аммофоса

в газовой промышленности:

- САУ газоперекачивающими агрегатами;
- АСУ ТП компрессорных станций и цехов;
- интегрированных АСУ газотранспортных предприятий

в металлургической промышленности:

- АСУ ТП прокатных станов металлургических заводов

в пищевой промышленности:

- АСУ ТП основных производств сахарных заводов;
- АСУ ТП ТЭЦ сахарных заводов.

Разработка, изготовление, поставка и сервисное обслуживание:

- проектно-компонуемых программно-технических комплексов на базе средств Микропроцессорной Системы Контроля и Управления МСКУ М для создания многоуровневых распределенных систем контроля и управления;
- рабочих мест операторов-технологов и диспетчеров (локальные пульты, промышленные рабочие станции, функциональные клавиатуры, табло и многоэкранные диспетчерские системы).;
- телекоммуникационного и сетевого оборудования (работа в локальных сетях МАПС, ARCNET, ETHERNET; передача данных по физическим линиям, коммутируемым и некоммутируемым каналам по любым стандартным интерфейсам связи);

- промышленных контроллеров и средств локальной цифровой автоматики для автономных систем контроля и управления отдельными агрегатами, установками и технологическими процессами.

Разработка, поставка, авторское сопровождение программного обеспечения:

- многозадачные многопользовательские операционные системы реального времени;
- пакеты прикладных программ для АСУ ТП;
- системы программирования и отладки программ для МСКУ М;
- системы технологического программирования.

Приложение 2

МСКУ М - новейшая микропроцессорная система контроля и управления для АСУ ТП

- Открытая современная система для построения АСУ ТП больших и малых объектов с непрерывным и дискретным производством
- Система, основанная на перспективных концепциях построения распределенных децентрализованных АСУ ТП
- Система, разрешенная для применения в составе АСУ ТП атомных станций
- Система, использующая стандартные архитектурные решения фирм IBM и INTEL
- Система, развивающая традиции АО "Импульс" на рынке систем для АСУ ТП
- Система, внедренная на множестве объектов, таких как Кольская АЭС, Запорожская ГРЭС и др.

Автоматизированные системы контроля и управления на базе МСКУ М уже внедрены и надежно функционируют на многих объектах атомной и тепловой энергетики, нефтехимии, металлургии и других. География поставок этих систем охватывает многие регионы стран СНГ, начиная от Кольского полуострова до районов Урала и Западной Сибири и заканчивая объектами Украины, странами Закавказья и Средней Азии.

Перед поставкой МСКУ М на площадку Заказчика аппаратные и программные средства в течение большого периода времени проходят предпусковые испытания на специально оборудованном для этих целей полигоне АО "Импульс".

Здесь изделия подвергаются тщательной проверке на соответствие климатическим, метрологическим и надежностным характеристикам, испытываются в экстремальных условиях. Пройдя необходимую приработку и выдержав жесткие испытания, МСКУ М гарантируют высокую безотказность и достоверность выдаваемых данных на площадке Заказчика.

Благодаря высокой надежности, современным техническим характеристикам, достоверности и точности получаемых результатов, применению стандартных архитектурных решений фирм IBM и INTEL, а также мощному программному обеспечению, системы МСКУ М заслуженно занимают ведущее место и в настоящее время являются лучшими на рынке СНГ.

Основные компоненты МСКУ М

- Микропроцессорные субкомплексы контроля и управления (МСКУ) с широким набором блоков связи с объектом, осуществляющие сбор и обработку информации от объекта, а также управление объектом

- Рабочие станции ПС 5300, обеспечивающие взаимодействие оперативного персонала АСУ ТП с объектом
- Промышленные компьютеры ПС 5100 и вычислительные комплексы ПС 1001, выполняющие высокопроизводительные вычисления, ведение архива базы данных и т.п.
- IBM-совместимые персональные ЭВМ, выполняющие функции операторских станций и арбитров сети
- Средства для построения локальных пультов управления
- Исполнительные автоматы (ИА) и малоканальные выносные промышленные контроллеры (МВПК)
- Микропроцессорные субкомплексы связи
- Средства низовой автоматики
- Телекоммуникационное оборудование
- Модульная асинхронная перестраиваемая сеть (МАПС), обеспечивающая взаимодействие между компонентами МСКУ М
- Программное обеспечение
- Мы гарантируем авторское сопровождение: монтаж и сопровождение ввода в эксплуатацию на объектах, обучение персонала, гарантийное и послегарантийное обслуживание, оборудование стендов для ремонта непосредственно на объекте, комплексную поставку с системой кабелей, датчиков и исполнительных механизмов, разработку нового программного обеспечения, разработку специализированных модулей и устройств для любых ВК отечественного и зарубежного производства.
- Мы оказываем также услуги по разработке и постановке любых программных пакетов, не только связанных с управлением технологическими процессами, но и с другими областями применения ВТ, и делаем это качественно и в короткие сроки.
- Адаптация систем, разработанных ведущими мировыми фирмами, такими как Siemens, Hewlett Packard, с которыми мы неизменно находимся в деловом контакте - это новое направление деятельности АО "Импульс", расширившее круг заинтересованных пользователей, дающее возможность и Вам стать нашим постоянным партнером.

РАЗРАБОТКИ АО "ИМПУЛЬС" НАХОДЯТСЯ В СОСТОЯНИИ НЕПРЕРЫВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ