

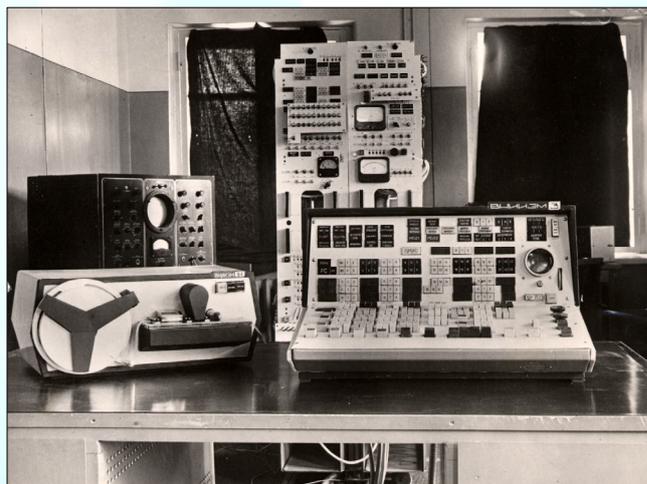
УДК 681.3

СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРОВ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В РАБОТАХ НПП ВНИИЭМ

В.М. Долкарт

Рассказывается о работах по вычислительной технике: об электронной вычислительной машине «М-3», о цифровых управляющих вычислительных машинах «ВНИИЭМ-1», «ВНИИЭМ-3», «В-3М». Рассмотрено применение этих машин в системах «СКАЛА», «АИСТ», в бортовых вычислительных машинах.

Ключевые слова: электронные вычислительные машины, цифровые управляющие вычислительные машины, АЭС, космические аппараты.



В начале 1950-х гг. прошлого века во ВНИИЭМ началось использование аналоговых вычислительных машин (АВМ), представляющих собой интеграторы постоянного тока, предназначенные для моделирования в реальном масштабе времени линейных и нелинейных динамических систем автоматизации, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями. Эти моделирующие устройства использовались для исследования разрабатываемых во ВНИИЭМ систем автоматического регулирования. В АВМ применялись блоки стабильных операционных усилителей на электронных лампах, переменных высокоточных резисторах и конденсаторах с малой утечкой, которые собирались в нужную электронную схему с помощью проводной коммутации. Результаты расчётов получались в виде напряжений, которые можно было наблюдать на осциллографе в интересующих исследователя точек электронной схемы.

Среди наиболее важных можно отметить работы, связанные с созданием систем автоматического регулирования для атомного ледокола «Ленин». Решение задач на АВМ проводилось под руководством Л.В. Мазия.

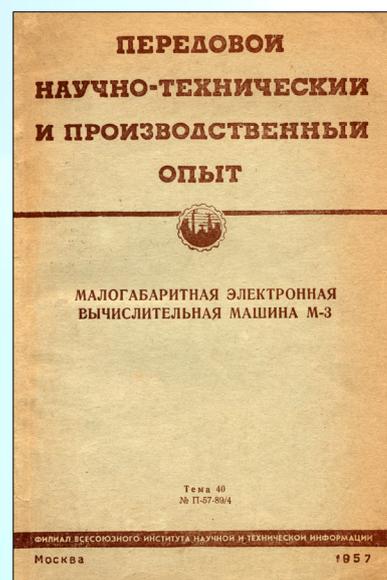
Работы по созданию и использованию цифровых компьютеров или, как они тогда назывались, электронно-вычислительных машин (ЭВМ) начались во ВНИИЭМ уже в 1953 г.

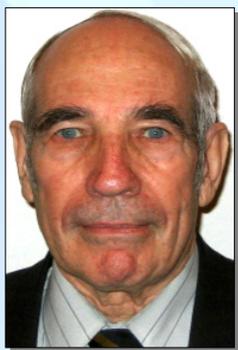
В это время директор ВНИИЭМ Андроник Гевондович Иосифьян был озабочен идеей создания в стране единой серии асинхронных электрических машин, что требовало выполнения большого объёма трудоёмких расчётов, особенно с учётом того, что необходимо было проведение определённой

оптимизации входящих в серию электрических машин, а это дополнительно усложняло расчёты.

Однако работы по вычислительной технике в стране только начались и ещё не было заводов, серийно выпускающих компьютеры, которые можно было бы купить. И.С. Брук, сам когда-то занимавшийся подобными расчётами, предложил А.Г. Иосифьяну изготовить во ВНИИЭМ малогабаритную ламповую ЭВМ «М-3», при разработке которой использовался бы полученный ранее опыт создания в ЛУМС АН СССР ЭВМ «М-1» и «М-2».

В 1953 г. во ВНИИЭМ начались работы по изготовлению ЭВМ «М-3». В ней использовались стандартные электронные компоненты и соединители, применяемые в радиопромышленности и в промышленности средств связи. Основными компонентами для создания логических схем являлись полупроводниковые, купроксные диоды и электронные лампы, число которых приближалось к 800. Вычисления выполнялись с 30-битными двоичными числами. В ЭВМ «М-3» использовалось запоминающее устройство на магнитном барабане, ёмкость которого составляла 2048 чисел.





В.М. Долкарт

Изготовление шкафов компьютера «М-3» велось на территории у Красных ворот. Там же началось производство и монтаж электронных сменных блоков компьютера «М-3», называемых субблоками, в каждый из которых можно было установить одну или две электронных лампы. Работы велись под общим руководством Б.М. Кагана, а непосредственно из-

готовлением ЭВМ «М-3» руководил Г.П. Лопато.

В ноябре 1954 г. мной были включены под напряжение и отлажены первые субблоки ЭВМ «М-3». В начале 1955 г. началась наладка первого образца ЭВМ «М-3». Наладка проводилась при участии группы инженеров ЛУМС во главе с В.В. Бельским. От ВНИИЭМ в наладке участвовала группа сотрудников во главе с В.М. Долкартом и Г.П. Лопато. Впоследствии они же проводили во ВНИИЭМ работы по модернизации ЭВМ «М-3», в ходе которой в машину были внесены существенные улучшения. В частности, было модернизировано арифметическое устройство, местный программный датчик, разработан магнитный барабан с никель-кобальтовым покрытием, а затем ферритовое запоминающее устройство.

В работах по модернизации и эксплуатации ЭВМ «М-3» приняли участие Г.Х. Новик, Е.К. Ульянова, Е.И. Шаповалов, А.М. Левыкин, А.П. Толмасов. Ферритовые сердечники были разработаны В.Г. Глотовым. Программирование задач для ЭВМ «М-3» проводилось под руководством В.Д. Розенкнопа.

Для ЭВМ «М-3» мной был разработан ламповый аналогово-цифровой преобразователь, с помощью которого ЭВМ «М-3» была связана с аналоговой машиной в единый аналогово-цифровой комплекс, на котором был решён ряд задач.

Работа по созданию цифровой малогабаритной ЭВМ «М-3» была закончена во ВНИИЭМ успешной сдачей её первого образца в 1956 г. госкомиссии под председательством академика Н.Г. Бруевича.

Первое применение машина «М-3» нашла уже в начале 1956 г. для расчётов серии электрических машин, которые были закончены в 1957 г. и проводились под руководством Т.Г. Сорокера и Б.М. Кагана.

По отработанной документации в институте была сделана небольшая серия малогабаритных ламповых ЭВМ «М-3», которые были установлены в ряде институтов нашей страны, в том числе и в РКК «Энергия (г. Королёв) у Б.Е. Чертока. Машины «М-3» были установлены также в Ереване,

Минске и Риге. В этих городах на основе ЭВМ «М-3» были созданы НИИ и заводы по производству средств вычислительной техники.

В 1957 г. отработанная во ВНИИЭМ документация на вычислительную машину «М-3» была отправлена в Китай и Венгрию. Для помощи в выпуске и наладке машины в Пекин командировали Г.П. Лопато. Там на телефонном заводе был изготовлен первый образец машины для Института вычислительной техники АН Китая.

Создание во ВНИИЭМ аналогово-цифрового вычислительного комплекса показало, что прямое преобразование напряжения в цифровой код, как и обратное преобразование, могут выполняться достаточно быстро и, что учитывая ожидаемый быстрый рост производительности ЭВМ, уже в ближайшее время возможно создание управляющих вычислительных машин (УВМ), в масштабе реального времени осуществляющих обработку реальных сигналов сложных электротехнических комплексов и управление этими комплексами. Именно это направление вычислительной техники и стало основным для ВНИИЭМ в последующие годы.

В 1958 – 1962 гг. во ВНИИЭМ была разработана первая 32-битная полупроводниковая (использовались германиевые транзисторы и диоды) цифровая управляющая вычислительная машина «ВНИИЭМ-1» с ферритовым запоминающим устройством ёмкостью 2048 32-разрядных слов. УВМ «ВНИИЭМ-1» была оснащена многоканальным преобразующим устройством связи с объектом. Для уменьшения размеров в УВМ «ВНИИЭМ-1» в качестве регистров использовались ячейки ферритового запоминающего устройства.

УВМ «ВНИИЭМ-1» являлась уже транзисторным управляющим компьютером второго поколения.

Помимо сотрудников принимавших участие в создании ЭВМ «М-3», в этой работе принимали участие М.М. Каневский, В.Н. Степанов, Л.М. Лукьянов, И.С. Колтыпин, В.И. Ададько, А.И. Воителев, А.Н. Федосеев.

Организация Истринского отделения (ИО) ВНИИЭМ в 1959 – 1960 гг. совпала с развертыванием работ по созданию управляющей машины «ВНИИЭМ-1».

В марте 1960 г. в филиале начал функционировать отдел вычислительной техники, возглавляемый З.Б. Вартановым, первой задачей которого была подготовка технологической базы для изготовления УВМ «ВНИИЭМ-1».

Сборка матриц запоминающего устройства на ферритовых сердечниках была одной из первых работ, выполненных в ИО ВНИИЭМ.

Основным транзистором, используемым в вычислительной технике в СССР в конце 1950-х гг., был довольно медленный транзистор П16. Однако в это время были разработаны и начали выпускаться быстродействующие транзисторы П-403 и мощные быстродействующие транзисторы П-603. Во ВНИИЭМ было проведено тщательное изучение образцов этих транзисторов, которые показали прекрасные статические и динамические характеристики, и именно эти транзисторы были выбраны для использования в работах ВНИИЭМ. На основе этих транзисторов мной была разработана оригинальная система диодно-транзисторных логических элементов, которая использовалась в УВМ «ВНИИЭМ-1» и в последующих транзисторных УВМ, разработанных во ВНИИЭМ.

В машине УВМ «ВНИИЭМ-1» впервые использовались старт-стопный фотоввод и устройство на магнитной ленте, разработка которого была проведена В.И. Адасько и Р.Р. Пурэ.

В конце 1950-х гг. А.Г. Иосифьян познакомил меня с В.И. Кузнецовым – учёным в области прикладной механики и автоматического управления, академиком, который рассказал о трудностях возникающих при записи полётных программ управления ракетами на бортовой магнитофон ДПИ. Процесс записи занимал много времени и требовал большого объёма ручного труда. По предложению А.Г. Иосифьяна мной на базе машины «ВНИИЭМ-1» в начале 1960-х гг. была создана система записи полётных программ управления ракетами, которая в масштабе реального времени могла записывать полётные программы на бортовой магнитный носитель и также в масштабе реального времени проверять правильность записанных программ. Я разработал алгоритм работы системы и сам запрограммировал решение задачи в машинных кодах, что позволило разместить программу в памяти небольшой емкости. Бортовой магнитофон устанавливался в блок связи, а для обеспечения точности записи скорость протяжки его магнитного носителя синхронизировалась кварцевым генератором. Машина рассчитывала очередные значения записываемых данных, запускаясь в работу сигналами прерывания, поступающими из блока связи. При проверке правильности записанных данных попадание считываемых сигналов в допустимые границы определялось аппаратно в блоке связи.

Машинная система записи полётных программ на ДПИ позволила одному оператору в течение двадцати минут сделать работу, которую ранее выполняли десятки людей в течение нескольких недель.

Проведённые в 1963 г. государственные испытания УВМ «ВНИИЭМ-1» подтвердили её высокое качество.

Необходимо отметить, что в 1960 – 1970 гг. важное место в разработке современных вычислительных управляющих машин и систем, предназначенных для автоматизации управления сложными производственными процессами и обработки информации, занимали внешние запоминающие устройства на магнитной ленте, обеспечивающие регистрацию функционирования системы.

Для укомплектования управляющей вычислительной машины «ВНИИЭМ-1» группой инженеров во главе с В.И. Адасько было разработано старт-стопное запоминающее устройство на магнитной ленте ЗУЛ-1, в котором были применены сдвоенные магнитные головки, что позволяло производить считывание и контроль информации сразу после её записи.

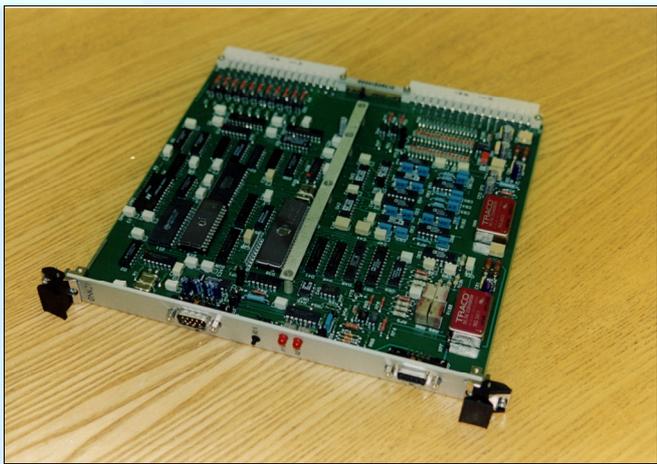
В 1963 г. УВМ «ВНИИЭМ-1» была применена для комплексной автоматизации доменной печи на заводе «Азовсталь».

В начале 1960-х гг. уже стало очевидно, что создание современных управляющих компьютеров, обеспечивающих длительную надёжную работу на объекте, требует полной специальной разработки всех его элементов.

Необходимо было разработать специальные соединители и специальную систему монтажа плат и панелей, обеспечивающую высокую надёжность работы УВМ. Необходимо было также повысить производительность будущих УВМ и обеспечить легкое наращивание их возможностей, включая расширение связей с управляемыми объектами.

С учётом этих требований в начале 1960-х гг. во ВНИИЭМ началась разработка новой УВМ «ВНИИЭМ-3», для которой мной была разработана новая система команд, обеспечивающая работу как с 24-битными полными словами, так и с 12-битными полусловами. Применение 24-битных слов позволило использовать 32-битные оперативные памяти с коррекцией единичных ошибок. В УВМ «ВНИИЭМ-3» использовалась диодно-транзисторная система элементов, хорошо зарекомендовавшая себя в УВМ «ВНИИЭМ-1».

Важным шагом была разработка накопителя на магнитной ленте НМЛ «ВНИИЭМ-37». В отличие от ЗУЛ-1, имевшего промежуточное хранилище магнитной ленты рычажного типа, НМЛ «ВНИИЭМ-37» было снабжено более совершенным комбинированным рычажно-вакуумным хранилищем. Это позволило ещё больше повысить общее быстродействие НМЛ «ВНИИЭМ-37» по сравнению с ЗУЛ-1.



Одноплатный микроконтроллер ОМК-21

К УВМ «ВНИИЭМ-3» можно было присоединить два канала связи «ВНИИЭМ-303», к каждому из которых в свою очередь можно подключить до восьми накопителей на магнитной ленте. Большая роль в постановке этой работы и в её реализации принадлежит В.И. Адаське.

Дальнейшим развитием этих работ явилось создание НМЛ «ВНИИЭМ-37М» с одновальным приводом магнитной ленты.

Привод вала осуществлялся специально разработанным электродвигателем постоянного тока с гладким якорем и возбуждением от постоянных магнитов.

Отметим также, что именно данные магнитной ленты диагностической регистрации системы «СКАЛА» четвёртого энергоблока Чернобыльской АЭС за последние несколько суток его работы явились основным источником информации для анализа причин аварии.

Уже в начале 1965 г. УВМ «ВНИИЭМ-3» начала регулярно работать, а в сентябре она была успешно продемонстрирована на международной выставке в Сокольниках, где с ней очень подробно ознакомился А.Н. Косыгин, бывший тогда председателем Совета министров СССР.

В феврале 1966 г. УВМ «ВНИИЭМ-3» была успешно сдана Государственной комиссии.

Под руководством Б.М. Кагана на основе этой УВМ были созданы информационно-управляющие системы на химическом производстве в г. Ангарске и на металлургическом комбинате в г. Галаце (Румыния). Большую роль в запуске этих систем в работу сыграли В.Н. Степанов, И.А. Жигунов и И.С. Колтыпин.

После сдачи государственной комиссии УВМ «ВНИИЭМ-3» подверглась значительной модер-

низации и стала называться «В-3М». Эта машина оказалась очень удачной как с точки зрения архитектуры, так и с точки зрения конструктивного исполнения. В ней использовались унифицированные каналы передачи информации, позволявшие легко добавлять к машине новые устройства, развитая система команд для работы с полными словами и полусловами, развитая система прерывания, многомашинный режим работы, контроль и коррекция ошибок в четырехпортовом ферритовом запоминающем устройстве.

Средствами аппаратного контроля ошибок охвачены все основные тракты передачи информации как между устройствами, так и внутри каждого из устройств. Выполнение арифметических и логических операций контролировалось дублированием основных регистров арифметического устройства.

УВМ «В-3М» оснащалась развитым многоканальным преобразующим устройством, способным принимать и выдавать множество разнообразных цифровых и аналоговых сигналов

Большие усовершенствования были сделаны в конструкции машины, где впервые в стране вместо пайки в панелях был применён монтаж накруткой, в платах был использован печатный монтаж, для плат и панелей был разработан палладированный соединитель с двойным контактированием.

Система печатного монтажа была освоена в ИО ВНИИЭМ усилиями С.А. Шапиро, С.И. Щербакова, А.Д. Слонимского, Ю.Б. Кудряшова и Кузнецова. В УВМ «В-3М» сменные печатные платы надёжно закреплялись механически в панели и отлично вентилировались. В УВМ «В-3М» использовалось автоматическое изменение напряжений питания при проведении профилактических работ. Всё это обеспечивало большую аппаратную надёжность УВМ и облегчало её эксплуатацию.

УВМ «В-3М» имела современный вид, который был оформлен с помощью Института технической эстетики.

В середине 1960-х гг. по инициативе А.Г. Иосяна УВМ «В-3М» стали применять в космической технике. Над одним из зданий ВНИИЭМ была установлена антенна, которая принимала телеметрическую информацию с метеорологического спутника, созданного во ВНИИЭМ, непосредственно при пролёте его над Москвой. Сформированные кадры телеметрической информации из приёмной станции передавались на сложную ручную расшифровку кадров и опреде-

ление передаваемых по телеметрии параметров. А.Г. Иосифьян предложил заменить ручную расшифровку принимаемой телеметрической информации на машинную.

Для этого приёмная станция была присоединена к УВМ «В-3М», где и проводилась дешифрация кадров телеметрической информации. По моему предложению неискаженные помехами кадры выделялись программой, и именно эти кадры использовались затем для извлечения необходимой информации. Машина заменила сложную ручную расшифровку параметров и, проводя фильтрацию кадров, обеспечила получение достоверной информации, даже когда 80 – 90 % кадров были искажены помехами. При этом результат печатался практически сразу после пролёта спутника.

В конце 1960-х гг. в стране встал вопрос о создании системы комплексной автоматизации для строящейся Ленинградской АЭС с реактором РБМК. По инициативе А.Г. Иосифьяна и Н.Н. Шереметьевского ВНИИЭМ предложил создать такую систему на основе УВМ «В-3М».

На Вольной улице во ВНИИЭМ собралось небольшое совещание, на котором академик А.П. Александров, который был тогда директором Курчатовского института, рассказал Н.Н. Шереметьевскому и мне о том, какую важность для страны имеет создание в европейской части СССР нескольких АЭС с реакторами РБМК, которые должны обеспечить электроэнергией европейскую часть СССР и группу советских войск в восточной Европе. Особенностью этих АЭС является наличие тысяч каналов, за состоянием которых должна следить система автоматизации и выводить соответствующую информацию на табло оператора. Наличие такой системы автоматизации позволит оператору увеличить вырабатываемую АЭС мощность на 10 – 15 %.

На этом совещании я доложил, что УВМ «В-3М» позволит создать сложный многопроцессорный высокопроизводительный управляющий вычислительный комплекс повышенной надёжности, и на его основе создать систему комплексной автоматизации для первого энергоблока Ленинградской АЭС с реактором РБМК-1000.

В свою очередь Н.Н. Шереметьевский заявил, что ВНИИЭМ может обеспечить изготовление систем комплексной автоматизации для всех АЭС с реактором РБМК-1000, но для проведения этой работы необходимо выпустить соответствующее государственное решение.

Вскоре после этого был выпущен документ, получивший условное название «Решение пяти министров».

В нём за подписями министров Минсредмаша, Минрадиопрома, Минприбора, Минэлектротехпрома и президента АН СССР говорилось, что систему автоматизации для первого энергоблока Ленинградской АЭС можно создать в стране только на основе УВМ «В-3М», позволяющей создать такую информационную систему автоматизации для новых АЭС, с десятками тысяч входных и выходных аналоговых и цифровых сигналов.

Минэлектротехпром взял на себя обязательства по разработке, изготовлению и поставке информационно-вычислительных систем «СКАЛА» для АЭС с реакторами РБМК-1000. Работа по разработке таких систем автоматизации АЭС на основе УВМ «В3-М» была поручена ВНИИЭМ и возглавлена Н.Н. Шереметьевским.

Необходимо было координировать работу трёх коллективов:

- разработчиков управляющего вычислительного комплекса;
- разработчиков системы «СКАЛА» в целом;
- разработчиков программного обеспечения.

Разработка аппаратуры многомашинного управляющего вычислительного комплекса и системы автоматизации «СКАЛА» проводилась силами сотрудников ВНИИЭМ и была завершена в начале 1970-х, а уже в 1973 г. на Ленинградской АЭС был введен в строй первый образец системы.

Серийный выпуск систем «СКАЛА» для АЭС с реакторами РБМК начался в ИО ВНИИЭМ, где в этой работе активно участвовали В.И. Адасько, М.Я. Танаев, А.Д. Воробьёв, И.А. Карасёв, А.М. Прядкин, Н.Д. Федченко. Гигантский объём программного обеспечения для системы «СКАЛА» с использованием концепции «виртуальных машин» был разработан под руководством В.Ф. Ткача. Работы по внедрению систем «СКАЛА» на АЭС проводились под руководством И.И. Десятникова.

Получая информацию от датчиков и локальных подсистем, система «СКАЛА» обеспечивает:

- допусковый контроль, измерение, регистрацию и сигнализацию;
- выполнение расчётов, из которых важнейшим является определение параметров энерговыделения;
- регистрацию предыстории и развития аварийных ситуаций;

Основные характеристики системы «СКАЛА»

Объём контроля:	
аналоговых сигналов	7000
дискретных сигналов	4500
Количество шкафов	90
Наработка на отказ, ч	
по функциям контроля	10 000
по функциям расчёта	2000

– расчёт и выдачу ответов по управлению энергораспределением реактора.

Система «СКАЛА» содержит двухпроцессорный комплекс на базе УВМ «В-3М». Структура системы обеспечивает поддержание необходимого уровня её функционирования и сохранение этого уровня при отказах отдельного оборудования.

В акте Межведомственной комиссии, принявшей систему «СКАЛА», сказано, что «...система «СКАЛА» является уникальным изделием, не имеющим по основным характеристикам аналогов в мировой практике».

Опыт эксплуатации систем «СКАЛА» подтвердил правильность принятых решений по обеспечению надёжности системы: не было зафиксировано ни одного останова энергоблоков по вине системы «СКАЛА».

Необходимо отметить, что функции системы «СКАЛА» регулярно расширялись и усложнялись, особенно после Чернобыльской катастрофы. Расширение возможностей системы происходило в основном, за счёт модернизации программного обеспечения.

В 1970 – 1980-е гг. на УВМ «В-3М» были разработаны различные автоматизированные испытательные системы для испытаний космических аппаратов, созданных во ВНИИЭМ, в ИО ВНИИЭМ и в г. Самаре.

Первой в начале 1970-х гг. была создана система «АИСТ» для контроля работоспособности КА «Метеор-2» на разных стадиях его изготовления и подготовки к запуску. Система «АИСТ» имела специализированные устройства сопряжения с испытываемым изделием, с помощью которых обеспечивалось необходимое преобразование электрических управляющих и контролируемых сигналов. При создании этой системы были решены задачи, связанные с формированием общей концепции автоматизированных испытаний, разработкой аппаратных средств и программно-информационного обеспечения. «АИСТ» явилась первой в СССР ис-

пытательной системой для КА, выполненной на универсальной УВМ. Эксплуатация этой системы показала, что принятые в процессе её разработки технические решения могут служить основой для дальнейшего развития во ВНИИЭМ испытательной техники. Одновременно были заложены не менее удачные решения в части языков испытаний высокого уровня и организации испытаний в реальном времени. Одной из положительных черт этой автоматизированной испытательной системы оказалась большая гибкость архитектуры, которая позволила при минимальных затратах на доработку аппаратных и программных средств обеспечить требования испытаний разных типов КА. Большой вклад в создание аппаратуры системы «АИСТ» внес И.А. Жигунов, а в создание программного обеспечения этих систем С.Я. Певзнер. Активное участие в этих работах принимали Л.М. Лукьянов, А.И. Воителев, Э.С. Подлесный.

Всего для автоматизации атомных электростанций и для испытаний космических аппаратов в ИО ВНИИЭМ было изготовлено в 1970 – 1980-х гг. несколько десятков сложных многомашинных управляющих вычислительных комплексов на основе УВМ «В-3М».

В 1970-е гг. широко велись разработки различных новых специализированных устройств связи с объектом для комплексных систем автоматизации на основе УВМ «В-3М», в которых принимали участие И.А. Жигунов, Э.С. Подлесный, В.В. Тащиян, А.В.Алексеевский.

Уже в середине 1960-х гг. во ВНИИЭМ начались активные работы по использованию интегральных микросхем.

В 1967 г. была издана книга «Микроминиатюрные аэрокосмические цифровые вычислительные машины», написанная В.М. Долкартом, Г.Х. Новиком и И.С. Колтыпиным. Это была первая в стране книга, в которой было довольно подробно описано состояние и перспективы развития микроэлектроники и цифровых и линейных интегральных схем, которые могли использоваться в аэрокосмических компьютерах. Особое внимание в книге обращалось на повышение надёжности компьютеров третьего поколения, использующих интегральные микросхемы, при повышении степени интеграции используемых микросхем. Собранные при написании книги материалы позволили в конце 1960-х гг. мне совместно с С.Ф. Рединой разработать несколько типов интегральных микросхем транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ), в состав которых входили и триггерные схемы. Нами были разра-

ботаны как принципиальные схемы, так и миллиметровки слоёв микросхем, спроектированные на основании правил Воронежского полупроводникового завода. При создании этих микросхем использовалась система изоляции компонентов двуокисью кремния, при которой компоненты размещались в изолированных двуокисью кремния областях кристаллического кремния. Такая изоляция компонентов уменьшала утечки и делала их устойчивыми к воздействию радиации, что позволяло успешно использовать эти микросхемы, выпускаемые в Воронеже, в космических аппаратах.

Когда в стране в начале 1970-х гг. начался массовый выпуск стандартных интегральных микросхем ТТЛ, в состав управляющих вычислительных комплексов, создаваемых на основе УВМ «В-3М», был включен ряд новых устройств, изготовленных на интегральных микросхемах ТТЛ. Тогда же в устройствах УВМ «В-3М» начали использоваться и интегральные микросхемы памяти, так что УВМ «В-3М» приобрела черты компьютеров третьего поколения.

После появления в середине 1970-х гг. 8-битного микропроцессора Intel 8080, а в 1978 г. 16-битного микропроцессора Intel 8086, содержащего на кристалле 29 000 транзисторов, и его варианта Intel 8088, с 8-битной шиной ввода-вывода, окончательно стало ясно, что началась эпоха четвертого поколения компьютеров, основным узлом которых стал микропроцессор.

В 1977 г. в Москве состоялся Всемирный электротехнический конгресс (ВЭЛК). На этом же конгрессе я один день председательствовал на секции и выступил с докладом о разработке во ВНИИЭМ новой УВМ третьего поколения «В-5» на интегральных микросхемах, представляющей собой многопроцессорный компьютер повышенной живучести, с возможностью автоматической реконфигурации при отказах. Однако быстрое развитие микропроцессорной техники, позволившей выпускать простые и надёжные микроЭВМ, обеспечивающие значительное снижение стоимости вычислений, привело к прекращению этой работы. Во ВНИИЭМ стало известно о работе проводимой А.В. Кобылинским в г. Киеве, где разрабатывался 8-разрядный микропроцессорный набор K580, программно-совместимый с микропроцессором Intel 8080. В набор входил микропроцессор и комплект микросхем, обеспечивающих его работу.

В конце 1970-х гг. в Минэлектротехпроме был разработан план автоматизации электрооборудования, получивший название проблема «Автоматизация», научным руководителем которой был назначен Н.Н. Шереметьевский, а заместителями руководителя были назначены В.М. Долкарт и Л.В. Мазия. В ходе работ по этой проблеме во ВНИИЭМ началось создание микроЭВМ на основе микросхем и микропроцессоров. В этих работах использовался разработанный в Киеве под руководством А.В. Кобылинского 8-разрядный микропроцессорный набор микросхем K580, программно совместимый с микропроцессором 8080 фирмы Intel.

Уже в конце 1970-х гг. во ВНИИЭМ завершился первый этап работ по созданию функционально-модульных микросредств управляющей вычислительной техники (МСУВТ) «В7» на основе микропроцессорного набора K580.

На основе этих микросредств начали создаваться 8-разрядные управляющие компьютеры четвертого поколения, для которых в электротехнической промышленности нашлось много задач.

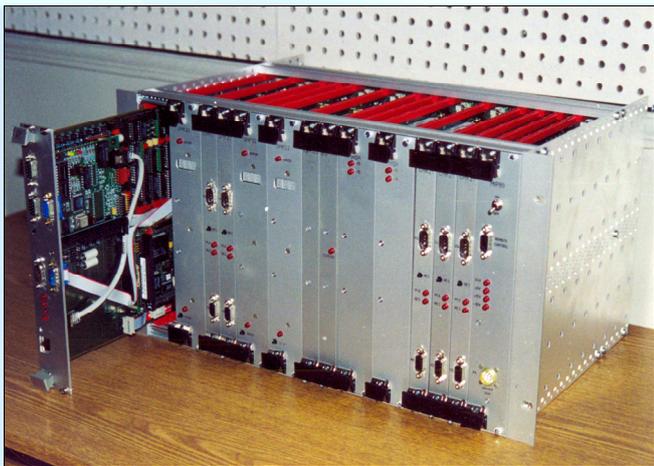
Микросредства МСУВТ «В7» использовали функционально-модульную архитектуру. Каждый модуль выполнял законченную функцию и реализовывался на одной многослойной печатной плате. Модули вставлялись в соединители многослойной печатной объединительной панели, по которой проходила общая шина, соединяющая модули. В МСУВТ «В7» использовались 4-слойные печатные платы и панели с внутренними слоями земли и питания. Такая система монтажа обеспечила надёжную работу компьютера при использовании в его модулях быстродействующих микросхем ТТЛ Шотки. Объединительная панель была спроектирована таким образом, что обеспечивала произвольное вставление любых плат в любое гнездо панели.

Для того, чтобы на плате легче разместить законченный функциональный модуль, площадь платы более чем в 1,5 раза превышала площадь стандартной двухразъёмной европлаты.

В создании МСУВТ «В7» активно участвовали В.М. Долкарт, Г.Х. Новик, Л.М. Лукьянов, Р.Р. Пурэ, В.Н. Степанов, М.М. Каневский, И.С. Колтыпин, С.Ф. Редина, Е.К. Ульянова, С.Я. Куцаков, В.В. Ташиян, И.Р. Крамфус, В.В. Лурье, Е.И. Шаповалов, И.В. Дубенская, Л.И. Лапидус, Д.П. Тимошенко, А.Н. Федосеев.

Отладка программ проводилась на стенде Intelес фирмы Intel, освоением которого руководил И.Р. Крамфус.

В 1979 г., в рамках работ по «Автоматизации», были созданы первые управляющие комплексы МСУВТ «В7».



Комплект микросредств управляющей вычислительной техники МСУВТ «В10»



Многофункциональное вычислительное устройство на микропроцессорной технике БУС. Использовалась на КА «Электро»

С 1980 г. МСУВТ «В7» производились в ИО ВНИИЭМ, а затем их производство было освоено на заводе в г. Александрия. 4-слойный печатный монтаж для плат и панелей МСУВТ «В7» разработан и внедрён в ИО ВНИИЭМ, а затем и на заводе в г. Александрия. Основная заслуга в этом принадлежит С.И. Щербакову.

В 1982 г. ВНИИЭМ приобрел десять персональных компьютеров IBM PC, девять из которых были распределены по отделам института, где и начали работать.

Как раз в это время А.В. Кобылинский в Киеве заканчивал разработку 16-разрядного микропроцессорного набора микросхем K1810, программно-совместимого с 16-разрядным микропроцессором 8086 фирмы Intel. Один ПК был передан ему для ускорения работ по созданию этого микропроцессора.

Уже в середине 1980-х гг. во ВНИИЭМ были разработаны первые платы микросредств МСУВТ «В9» на основе использования нового 16-разрядного микропроцессорного набора серии K1810. Эти средства были совместимы со средствами «В7» и могли работать совместно в одной системе.

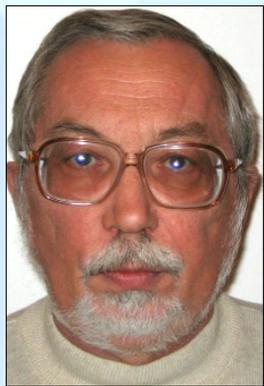
На базе МСУВТ «В7/В9» в электротехнической отрасли, в рамках руководимой Н.Н. Шереметьевским программы «Автоматизация», были созданы сотни управляющих вычислительных систем для управления разнообразным электрооборудованием.

В 1980-е гг. во ВНИИЭМ также началась разработка микросредств «В10» на стандартных европлатах с евроразъемами, размещаемыми в конструктивах евромеханики. В вычислительном модуле использовался восьмиразрядный микроконтроллер КР1816ВЕ51, программно совместимый с восьмиразрядным микроконтроллером Intel 8051.

Работа велась под руководством С.Я. Куцакова и в ней участвовали В.В. Ташиян, В.В. Мышкин, М.В. Протопопов, В.Б. Иванчук, Д.П. Тимошенко, Т.А. Гроховская, А.Н. Федосеев.

Появление следующих поколений КА метеорологического и природно-ресурсного назначения с более совершенными характеристиками также обусловило повышение требований, предъявляемых к автоматизированным испытательным системам. Удовлетворить эти требования оказалось возможным на основе локальных вычислительных сетей (ЛВС), базирующихся на МСУВТ серий В7 и В9. Такой системой стала система «ПОИСК», представляющая собой двухуровневую локальную распределенную многомашинную многопроцессорную управляющую вычислительную сеть.

В это же время Н.Н. Шереметьевский поддержал идею использования бортовых управляющих вычислительных машин и на стационарном ИСЗ «Электро», для чего в конце 1980-х гг. во ВНИИЭМ был разработан многомашинный бортовой микропроцессорный управляющий вычислительный комплекс повышенной надёжности и живучести «В6», в котором использовалось модульное холодное резервирование и автоматическая реконфигурация. Основной объём работ выполняли Г.Х. Новик, М.М. Каневский, И.Р. Крамфус, И.С. Колтыпин, И.А. Жигунов, Ю.А. Кашацев. Конструкция была разработана А.Н. Федосеевым и В.Л. Дыбовским. Программное обеспечение разрабатывалось под руководством С.Я. Певзнера при активном участии Н.Р. Герман. Алгоритмы управления работой КА разрабатывались под руководством О.М. Мирошника, при участии А.Д. Беленького и В.П. Куриловича.



М.В. Протопопов



Т.А. Гроховская



С.Я. Куцаков



М.М. Рахматуллин

Бортовая автоматическая управляющая система состояла из подсистемы управления движением вокруг центра масс и центральной управляющей подсистемы, обменивающихся между собой командной и контрольной информацией.

Опыт использования бортовых УВК «В6» на спутнике «Электро» оказался успешным, поскольку именно он обеспечил правильную ориентацию спутника и его успешное функционирование.

В настоящее время ведутся работы по разработке и изготовлению бортовой вычислительной машины (БВМ) для КА «Метеор-М» № 3. Разработка основана на использовании радиационно-стойких ПЛИС фирмы «Актел» и отказоустойчивого ядра процессора Leon-3/FT. В создании программно-технических средств для БВМ, проводимых под руководством Г.А. Жемчугова и А.В. Петрова, принимают участие В.Н. Эктов, Ю.Н. Иванов,

И. Кравченко, В. Гольшев, С.В. Щепетиллов и программисты, которыми руководит А.В. Меньшиков.

В 1997 г. в научно-технической библиотеке ВНИИЭМ был установлен ПК и по телефонной линии подсоединён через сеть интернет к всемирной паутине WWW. Тогда же мной был спроектирован первый сайт ВНИИЭМ, размещённый в интернете. Одновременно во ВНИИЭМ начала работать электронная почта, адрес которой сохраняется до сих пор. Сейчас во ВНИИЭМ эксплуатируются сотни ПК, объединённых в несколько локальных сетей, имеющих широкополосный выход в сеть интернет. Сотрудники ВНИИЭМ имеют много собственных адресов электронной почты. В настоящее время ПК в специальном исполнении также широко используются и в различном оборудовании, создаваемом во ВНИИЭМ.

В 2009 г. для КА «Метеор-М» № 1 была создана сеть контроллеров для системы питания. В работе принимали участие С.Я. Куцаков, И.С. Котов, А.А. Гроховский, М.М. Рахматуллин, И.П. Евграфов, А.С. Медушев.

Конечно данная статья не претендует на полноту и в него не попали многие интересные работы. Так, в начале 1980-х гг. во ВНИИЭМ для МСУВТ была разработана собственная дублированная локальная вычислительная сеть – дистанционная магистраль, основная заслуга в создании которой принадлежала С.Ф. Рединой и А.Н. Федосееву.

В 1970-е гг. было разработано высокоточное расчерчивающее устройство для изготовления точных фотошаблонов многослойных печатных плат и панелей. Основной объём работ был выполнен А.Н. Федосеевым, А.В. Алексеевским и Э.С. Подлесным.

Множество работ по созданию управляющих комплексов на МСУВТ проводилось по стране совместно с другими предприятиями электротехнической промышленности.

Можно с уверенностью сказать, что сложившаяся во ВНИИЭМ практика создания сложных вычислительных управляющих комплексов на базе универсальных управляющих вычислительных средств и специализированных устройств связи с объектом, учитывающих особенности объекта, полностью себя оправдала. Эта практика сохраняется и сейчас.

Поступила в редакцию 24.06.2011

Владимир Михайлович Долкарт, д-р техн. наук, главный научн. сотрудник, т. 624-86-65, e-mail: vniiem@orc.ru.