

Круглый стол «ЭВМ на страже Родины: в космосе и на земле (из истории развития специализированных ЭВМ военного назначения (1950–1990 гг.))»

7 апреля 2004 г. в Политехническом музее (Москва) состоялся круглый стол, посвященный истории развития специализированных ЭВМ военного назначения, проводившийся при поддержке Совета Виртуального компьютерного музея при еженедельнике «PC WEEK/RE». Подобная тема, по которой еще не издано ни одной книги, впервые обсуждалась в стенах Политехнического музея. Тем не менее в группе вычислительной техники музея собираются, изучаются и используются в просветительской деятельности специализированные электронные вычислительные машины и их отдельные устройства. На сайте Виртуального компьютерного музея (www.computer-museum.ru) можно найти информацию об истории создания специализированных ЭВМ в нашей стране, о самих машинах и их разработчиках.

От Политехнического музея участников круглого стола приветствовал ведущий научный сотрудник Б. И. Козлов. Он отметил, что данный круглый стол является весьма незаурядным мероприятием, поскольку в истории вычислительной техники еще остается много белых пятен, и работа в этом направлении должна быть продолжена. Б. И. Козлов подчеркнул важность активного участия в этой работе непосредственных разработчиков специализированной вычислительной техники оборонной промышленности нашей страны.

Так как первыми специализирован-

ными вычислительными машинами военного назначения были криптографические машины, то и первый доклад, сделанный научным сотрудником Политехнического музея М. Э. Смолевицкой, был посвящен именно этой теме. Он касался истории создания в Англии во время Второй мировой войны первой электронной машины «Колосс» (*Colossus*), предназначенной для расшифровки немецких секретных сообщений, которые шифровались криптографическими машинами «Энигма». С помощью «Колосса» только в период 1941–1945 гг. английская разведка расшифровала 338 тыс. перехваченных радиোগрамм.

Далее слово было предоставлено непосредственным создателям отечественной вычислительной техники военного назначения.

Разработчик самых первых в нашей стране специализированных ЭВМ военного назначения «Диана-1» и «Диана-2» академик В. С. Бурцев сделал доклад «Развитие специализированных вычислительных систем ПВО и ПРО». Он отметил, что, к сожалению, разработке элементной базы вычислительной техники у нас традиционно уделялось недостаточно внимания, следствием чего является наше отставание в этой области от США на 15–20 лет. Однако в области развития архитектуры вычислительных машин, систем и комплексов мы всегда превосходили и по-прежнему превосходим США. В. С. Бурцев рассмотрел примеры вычислительных систем, использу-

ющих ЭВМ ввода-вывода, принципы распараллеливания вычислительного процесса на уровне аппаратных средств, рассказал о новой архитектуре многомашинных структур. Был продемонстрирован фильм о совместной работе трех радиолокационных станций и ЭВМ М-40 по обнаружению цели – баллистической ракеты, построению траектории ее движения, выведению противоракеты и выработке команды подрыва. Предполагается, что копия этого фильма будет передана в музей.

Кроме того, ученый рассказал, что в 1967 г. был испытан в реальной работе многомашинный вычислительный комплекс ПРО из восьми машин 5Э926 с автоматическим резервированием. В дальнейшем серийные машины 5Э926 стали основой системы ПРО страны, обеспечив паритет с США в «холодной войне» и сыграв важнейшую политическую роль в заключении в 1972 г. договора по ограничению ПРО.

В 1969–1972 гг., являясь главным конструктором, В. С. Бурцев создал первую бортовую вычислительную машину третьего поколения для боевого мобильного зенитно-ракетного комплекса (ЗРК) С-300. Это трехпроцессорная ЭВМ, построенная по модульному принципу. Каждый модуль (процессор, память, устройство управления внешними связями) был полностью охвачен аппаратным контролем, благодаря чему осуществлялось автоматическое скользящее резервирование на уровне модулей в случае их отказов и сбоях практически без прерывания вычислительного процесса. ЭВМ, равная по производительности БЭСМ-6, занимала объем не более одного кубического метра. Эти ЭВМ в ЗРК С-300 и до настоящего времени стоят на боевом дежурстве и продаются в другие страны. Он также подчерк-

нул, что при создании многопроцессорных вычислительных систем имеют место два фактора, снижающие эффективность их работы: 1) передача глобальных данных от одного процессора к другому; 2) синхронизация этих данных. Демонстрация решения одной из подобных задач с помощью программы «интерпретатора» явилась очень интересным и запоминающимся моментом доклада.

Далее, академик В. К. Левин провел связующую нить от универсальных ЭВМ «Весна» и «Снег» к современным высокопроизводительным вычислительным комплексам МВС-100 и МВС-1000. Он рассказал, что уже в ЭВМ «Весна» наличие аппаратуры для многопрограммной работы и совмещенного ввода-вывода данных позволяло в процессе вычислений вести автоматический обмен информацией с несколькими абонентами по линиям телеграфно-телефонной связи. ЭВМ «Весна» широко применялась для решения научно-технических и информационно-логических задач, например в Гидрометеоцентре СССР. Современные многопроцессорные вычислительные системы МВС-100, МВС-1000, МВС-1000М, на базе которых создан Межведомственный суперкомпьютерный центр Президиума РАН, обладают быстродействием в 1 Tflops. Такое быстродействие позволяет им решать военные и некоторые другие задачи (обработка данных сейсмогеологоразведки и нефтегазодобычи, метеорологических данных, проведение научных расчетов и др.). В. К. Левин отметил, что логические интегральные схемы открыли широкую дорогу развитию специализированных реконфигурируемых обрабатывающих вычислительных средств, с помощью которых удастся повысить производи-

тельность выполнения автоматных, управленческих задач и обработку символично-текстовой информации, т. е. тех задач, для которых не требуется многоразрядная арифметика. В настоящее время подобные машины используются по всей стране, все шире распространяются удаленный доступ к суперкомпьютерам, создание глобальных вычислительных сетей для решения задач, которые не может решить один компьютер, каким бы высоким быстродействием он не обладал, метакомпьютинг.

Усложнение программируемых задач и рост их числа приводят к резкому повышению затрат на программирование и увеличению времени на создание программ. Некоторые проблемы программирования для спецкомпьютеров в историческом аспекте рассмотрел в своем докладе ведущий научный сотрудник Института системного программирования РАН В. В. Липаев. Он отметил, что для спецкомпьютеров трех поколений использование языков программирования высокого уровня (ЯВУ), интенсивно развивавшихся в 1960–1970-е гг., было бы очень дорогой платой за сокращение сроков создания системы. Поэтому ЯВУ не получили широкого применения в системах со спецкомпьютерами первого, второго и третьего поколений. Активное использование ЯВУ началось в спецкомпьютерах четвертого поколения, построенных на микропроцессорах, в которых вопросы экономии памяти и быстродействия перестали быть определяющими при формировании габаритно-весовых показателей компьютера. В. В. Липаев также подчеркнул, что развитие спецкомпьютеров в СССР шло по пути создания наиболее эффективных схмотехнических и конструкторских решений, которые

выполняли поставленные задачи с минимизацией требований к материальным ресурсам. Это позволило решать задачи в области обороны на отсталой элементной базе. Высокий интеллект проектантов и технологов обеспечил создание спецкомпьютеров, успешно работающих в оборонных системах.

Соратники выдающегося конструктора отечественных вычислительных комплексов М. А. Карцева Л. Я. Миллер и Ю. В. Рогачев из НИИ вычислительных комплексов им. М. А. Карцева посвятили свой доклад четырем поколениям машин Карцева, которые использовались в системе предупреждения о ракетном нападении. Важно отметить, что эти машины, ставшие признанной классикой вычислительной техники, и в наши дни продолжают работать на объектах эксплуатации.

В Политехническом музее создан персональный фонд М. А. Карцева, а в экспозиции демонстрируется макет ЭВМ М-13 совместно с устройством абонентского сопряжения и высокопотенциальной радиолокационной станцией «Дарьял-У», которая предназначена для круглосуточного слежения за космическим пространством. Посетителям можно наглядно продемонстрировать процесс обмена информацией между объектом военного назначения, в частности «Дарьял-У», и ЭВМ М-13. Эта экспозиция была создана благодаря давнему сотрудничеству музея с НИИ ВК им. М. А. Карцева.

О космических бортовых цифровых вычислительных машинах военного назначения рассказал ведущий научный сотрудник НИИ «Аргон» Ф. С. Власов. Начиная с 1964 г. в НИИ «Аргон» было разработано более 30 типов бортовых ЭВМ (БЭВМ) и вычислительных комплексов на их основе. Создание серии «Аргон» шло в три

этапа. На первом этапе (1964 г. – середина 1970-х гг.) были разработаны 11 моделей машин для ракетно-космических, авиационных и наземных автоматизированных систем управления. Базой для первых моделей послужил созданный к этому времени научно-технический задел по стационарным ЭВМ общего назначения. Машины второй группы – «Аргон-14», «Аргон-15» и «Аргон-16» – выполнены на первых стандартных твердотельных ИС серий 106, 133, 134, а «Аргон-17» – на первых микропроцессорных БИС серии 583. В этих машинах использованы типовые многослойные платы с высокой плотностью размещения печатных проводников.

В машинах обеих групп конструктивным элементом следующего после платы уровня является пакет книжной конструкции. Как показали исследования и опыт эксплуатации, такая конструкция наилучшим образом отвечает требованиям механической устойчивости, предъявляемым к бортовым ЭВМ. БЭВМ ракетно-космического назначения в большинстве случаев являются необслуживаемыми и строятся по моноблочному принципу. Электрические связи между блоками всех машин выполнены проводным монтажом.

Серьезную проблему при проектировании бортовых ЭВМ представляет обеспечение устойчивости к воздействию внешней среды. Ввиду их компактности существенное значение имел отвод тепла. В большинстве машин обеих групп применено принудительное воздушное охлаждение их внутренних частей.

Одним из экспонатов Политехнического музея является «Аргон-16» – уникальная разработка в мировой практике создания бортовых ЭВМ. За

четверть века эксплуатации на космических кораблях «Союз», транспортных кораблях «Прогресс», орбитальных станциях «Салют», «Алмаз», «Мир», «Меч-К» не было отмечено ни одного отказа комплекса в составе системы управления. За это время было выпущено более 300 экземпляров – рекордный показатель для машин космического применения.

К середине 1970-х гг. перед создателями ЭВМ оборонного значения были поставлены качественно новые задачи. Возникла необходимость внедрения бортовых ЭВМ, показавших высокую эффективность при управлении техническими средствами, в автоматизированные системы управления войсками, авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения, системы управления воздушным движением в зоне крупных военно-морских объектов, авиационные ударно-разведывательные комплексы.

Базовой архитектурой нового поколения БЭВМ, предназначенных для решения расчетных и информационно-логических задач с большими объемами обрабатываемой и хранимой информации, была выбрана архитектура стационарных машин ЕС ЭВМ, которая к этому времени утвердилась в качестве магистрального направления развития отечественных ЭВМ общего назначения.

С середины 1980-х гг. осуществлялись работы третьего этапа БЭВМ ряда «Аргон». В 1986 г. была принята государственная программа проектирования унифицированных семейств бортовых ЭВМ (СБ ЭВМ) на основе архитектур ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ.

С 1967 г. начали создаваться унифицированные ЭВМ для новых корабельных систем обработки информации и управления для работы в реальном

масштабе времени. У истоков создания бортовых корабельных ЭВМ стоял профессор, академик Международной академии информатизации Я. А. Хетагуров. В своем докладе он отметил, что характеристики корабельной ЭВМ, ее структура, внутренний язык, внешние связи, принципы функционирования и эксплуатации в составе систем должны быть ориентированы на конкретную область применения. Встроенная машина должна эксплуатироваться только в составе системы после установки ее в приборный шкаф и не требовать специального обслуживающего персонала. Для этого ЭВМ должна иметь достаточно высокую надежность и содержать встроенные средства автоматического контроля и диагностики. Ремонт ЭВМ должен обеспечиваться агрегатным методом на объекте. Программы систем должны храниться, как правило, в постоянной памяти машины, т. е. программирование задач является этапом разработки систем. Я. А. Хетагуров подчеркнул, что выбранная концепция создания ЭВМ, встроенных в корабельные системы обработки информации и управления, соответствует принципам академика В. М. Глушкова: не копировать зарубежные ЭВМ, развивать собственные исследования с учетом достижений в первую очередь отечественных науки, техники и производства.

Сотрудники НИИ автоматической аппаратуры А. В. Тамошинский и Л. Б. Щукин подготовили доклад о специализированных ЭВМ реального времени для ПВО, разработанных под руководством члена-корреспондента АН СССР Н. Я. Матюхина. С 1957 г. за 15 лет в СССР была создана глобальная сеть ПВО, в которой почти бесперебойно работала ЭВМ «Тетива». «Тетива» была первой отечественной ЭВМ, в ус-

тройстве управления которой использовалась микропрограмма. Для обеспечения постоянной круглосуточной работы системы ПВО был подготовлен «безотказный вычислительный комплекс» на основе двух этих ЭВМ. Этот комплекс бесценно трудился 30 лет. Параллельно под непосредственным руководством Н. Я. Матюхина его соратниками и учениками создавались новые, более совершенные ЭВМ.

Доклад директора Военной академии им. Петра Великого В. И. Углова был посвящен замечательным людям, работавшим в академии, – пионерам в создании военных специализированных ЭВМ. Еще в 1940–1950-е гг. в академии начали читать курсы по теории автоматического управления ракетами. В 1950-е гг. были созданы первые электронные моделирующие установки, позволившие решать вопросы моделирования управления ракетами. Широко известно, что именно в академии под руководством А. А. Ляпунова был организован первый семинар по программированию на ЭВМ, а А. И. Китов и В. Н. Криницкий выпустили первые пособия по решению первых задач на первых ЭВМ «Стрела» и «Урал-1». Академическая школа А. А. Ляпунова дала академии новых исследователей и преподавателей: академика Е. В. Золотова, члена-корреспондента АН СССР Н. П. Бусленко и многих других. В эти годы в академии были созданы первые специализированные ЭВМ «Молния» и «Квант», которые явились прообразами современных специализированных ЭВМ. Затем в академии были образованы лаборатория и кафедра специализированных ЭВМ боевого применения в военном деле. В 1962 г. был создан действующий лабораторный макет «МИР-1» – машина испытаний ракет.

Подводя итоги работы круглого стола, его участники констатировали, что в нашей стране создание и развитие специализированных электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ) в значительной мере определялось потребностями обороны и стремлением к сокращению военных расходов. Использование специализированных ЭЦВМ дало возможность существенно улучшить точность, увеличить дальность и скорость стрельбы по неподвижным и подвижным целям со стационарных и перемещающихся объектов. Также были выделены три основные группы климатических и механических условий работы компьютеров в военной области: работа компьютера в стационарных условиях – в помещениях на земле; работа компьютеров в прицепах или контейнерах, которые транспортируются воздушным, железнодорожным, автомобильным транспортом и включаются в работу после установки на позиции;

работа компьютеров, установленных на подвижных объектах в процессе их перемещения. Эти компьютеры получили наименование «бортовых». Они предназначались для решения определенных классов задач, имеющихся на самолете, корабле, ракете и т. п. На круглом столе было отмечено, что одним из важных моментов развития специализированной вычислительной техники является их архитектурное решение.

Учитывая необычность темы и то, что она впервые обсуждалась публично, Политехнический музей предполагает издать сборник докладов по истории создания и развития специализированных ЭВМ военного назначения. После окончания чтений все желающие были приглашены в экспозиционные залы вычислительной техники Политехнического музея для осмотра специализированных вычислительных машин.

М. Э. Смолевицкая

Заседание, посвященное 90-летию со дня рождения М. Л. Галлая

14 апреля 2004 г. в Институте истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН состоялось заседание секции истории авиации и космонавтики, посвященное 90-летию заслуженного летчика-испытателя СССР, Героя Советского Союза, писателя М. Л. Галлая. В работе секции приняли участие его коллеги и ученики, историки авиации, люди, хорошо его знавшие, а также члены семьи Марка Лазаревича.

Биографическое сообщение о жизни и деятельности Галлая сделал заслуженный летчик-испытатель, Герой Советского Союза А. А. Щербаков. Он рассказал о юных годах Марка Лазаревича, когда ему после окончания шко-

лы, чтобы заработать необходимый для поступления в вуз рабочий стаж, пришлось пойти работать на авиационный завод. Право на поступление в Ленинградский институт инженеров ГВФ Галлай получил в 1932 г., затем в 1935 г. перевелся в Политехнический институт, который окончил в 1937 г. Практически одновременно (в 1936 г.) он окончил и школу пилотов и инструкторов Ленинградского аэроклуба, получив также летное образование. С 1937 г. Галлай – инженер Центрального аэрогидродинамического института им. Н. Е. Жуковского (ЦАГИ) в Москве. С 1937 по 1958 гг. он работал летчиком-испытателем в КБ и НИИ