

# ОБ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ

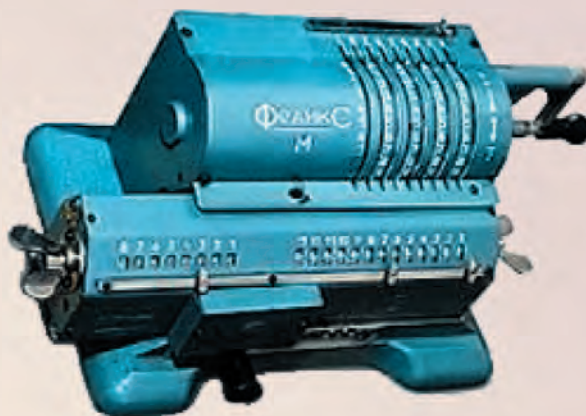
В. А. ЕЛЕСИН

Прародителями современного калькулятора (ЭВМ, компьютера) являлись бронзовый римский абак и русские счеты. Люди всегда стремились получить в свое распоряжение какое-либо устройство для упрощения вычислений. Шотландский математик Джон Непер в 1614 г. изобрел логарифмы: «Осознав, что в математике нет ничего более скучного и утомительного, чем умножение, деление, извлечение квадратных и кубических корней, и что названные операции являются бесполезной тратой времени и неиссякаемым источником ошибок, я решил найти простое и надежное средство, чтобы избавиться от них». Вскоре английский священник Уильям Отред создал первую в мире логарифмическую линейку. Ее постоянно усовершенствовали и дорабатывали (в 1814 г. Питер Роджет; в 1850 г. Амадей Манхейм; в 1921 г. Отис Кинг, свернув шкалу в спираль, увеличил точность до четырех знаков). К 1945 г. линейка приобрела привычный для нас облик: двусторонняя линейка с двумя дюжинами шкал. Пожалуй, не один вычислительный прибор не служил ученым так долго. В XX веке в институтах и университетах обучали пользованию линейкой.

Многие работали над созданием машины, с помощью которой можно было бы выполнять арифметические действия. В 1642 г. Блез Паскаль построил первую числовую машину для выполнения сложения и вычитания, а в 1674 г. Готфрид Лейбниц — машину для выполнения четырех арифметических действий. Но эти машины распространения не получили.

Первый арифмометр, получивший массовое распространение, был изобретен инженером В.Т.Однером в 1874 г. Нам всем запомнился арифмометр «Феликс», на нем мы проводили вычисления в университете, был он у многих и во ВНИИЭФ. На нем вычисления проводились вручную, но уже существовали настольные электромеханические арифмометры «Мерседес» и «Рейнметалл», которые очень сильно шумели при работе.

С 1947 г. на Западе существовал и успешно помогал в расчетах механический карманный арифмометр «Курта» (изобретатель Курт Херцштарк), точность которого оставалась непревзойденной на протяжении четверти века. Даже когда уже появились электронные калькуляторы, «Курта» продолжал пользоваться спросом. Всего их было выпущено около 150 тысяч.



Арифмометр «Феликс»



Клавишная вычислительная машина «Мерседес»

Первым высказал идею построения устройства, автоматически выполняющего арифметические вычисления, был Чарлз Беббидж (1792–1871 гг.). Машина, которую Беббидж назвал «аналитической машиной», должна была проводить вычислительный процесс полностью автоматически по заданной человеком программе. Но она создана так и не была. Наиболее подробные сведения о машине содержатся в воспоминаниях леди Лавлейс. Именно она высказала мысль, что кроме арифметического устройства машина должна обладать управляющим устройством: «Машина может выполнять все то, что мы умеем ей предписать». В 1842 г. Ада Лавлейс (дочь английского поэта Байрона) разработала первую программу для машины. Планы и идеи Беббиджа и Лавлейс опередили свое время без малого на целое столетие. Конрад Цюзе в 1942 г. в Германии и Г. Айкен в 1944 г. в США фактически реализовали идею Беббиджа, построив вычислительные машины на электромагнитных реле с управлением от перфоленты.

Но подлинный перелом в конструировании и производстве вычислительных машин произошел лишь после возникновения электронной промышленности — началась эра электронных вычислительных машин. Разработчиками теории принципов построения цифровых машин (ЦВМ) стали англичанин Алан М. Тьюринг и американский ученый Дж. фон Нейман. Тьюринг (1912–1954 гг.) известен, прежде всего тем, что взломал код германской шифровальной машины «Энигма» и в 1937 г. ввел понятие «машина Тьюринга», являющееся, по сути, уточнением понятия алгоритм. Джон фон Нейман (1903–1957 гг.) — один из ведущих математиков XX века, сыграл важнейшую роль в теории автоматов. Первые ЦВМ на ламповых схемах появились в США в 1946–1948 гг. В компании ЕМСС под руководством Дж. Проспера Эккерта и Джона Мачли в 1946 г. была разработана и изготовлена первая электронно-счетная машина «Эниак».

У нас в августе 1948 г. в Энергетическом институте АН СССР Исаак Семенович Брук и Башир Искандерович Рамеев разработали схему автоматической цифровой электронной машины и в декабре того же года получили авторское свидетельство. С этого события можно начать отсчет времени в истории отечественной вычислительной техники.

В этом же году в Киевском Институте электротехники Сергей Алексеевич Лебедев и сотрудники его лаборатории начали разработку основных принципов построения электронно-счетной

машины. В ряде вопросов Лебедев продвинулся дальше Джона фон Неймана. В течение 1951 г. малая электронно-счетная машина (МЭСМ) была построена, в июле 1951 г. она была введена в эксплуатацию. МЭСМ занимала площадь 60 м<sup>2</sup>, имела 6 тысяч электронных ламп, для работы машины требовалась мощность в 25 кВт. Она была спроектирована, смонтирована и отлажена за три года. В этой работе вместе с Лебедевым участвовали 11 инженеров, 15 техников и монтажников. Для сравнения: на создание компьютера «Эниак» потребовалось пять лет, 13 основных исполнителей, 200 техников и много рабочих.

Следующим шагом для Лебедева стала работа над большой машиной в Москве в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ), организованном в Академии наук СССР в 1948 г. Эскизный проект БЭСМ (Лебедев под «Б» понимал «быстродействующая») рассматривался Государственной комиссией в апреле 1951 г. совместно с проектом машины «Стрела». В 1953 г. БЭСМ вводится в эксплуатацию.

Комплектация БЭСМ была улучшена, производительность машины доведена до 10 тысяч операций в секунду. Академия наук организует в 1955 г. первый в стране Вычислительный центр. Для него выделяются ЭВМ «Стрела» и БЭСМ. Возглавил ВЦ АН СССР Анатолий Алексеевич Дородницын. Несколько позднее были созданы машины М-20 с производительностью 20 тысяч операций в секунду.

Работа над машинами второго поколения БЭСМ-3, БЭСМ-4 (фактически на новую элементную базу переводилась М-20 с расширением структуры машины) привело к созданию легендарной БЭСМ-6. Разработка ее в 1965 г. на несколько лет опередила свое время. БЭСМ-6 — 48-разрядная машина, в элементной базе ее были заложены основы ЭВМ третьего и четвертого поколений, использовалось 60 тысяч транзисторов



и 180 тысяч полупроводниковых диодов. Она работала на частоте 9 МГц и обеспечивала производительность в 1 млн. операций в секунду. Для нее были разработаны наборы управляющих программ (сейчас мы их называем операционными системами). Написаны были компиляторы для всех существовавших в то время языков высокого уровня. Был разработан многопроцессорный комплекс, координационно-вычислительные системы телеобработки. Машины использовались для моделирования сложных физических процессов. БЭСМ-6 выпускалась 17 лет, их изготовили более 300 штук.

В 1969 г. было принято решение о создании единой серии электронно-вычислительных машин (серия ЕС-ЭВМ — «Ряд»). После 1969 г. все серийно выпускаемые у нас компьютеры были клонами устаревших машин западного происхождения. Предлагали в Научно-исследовательский центр электронно-вычислительной техники (НИЦЭВТ) — фактически монополист, влиться и ИТМиВТ, которым руководил С.А. Лебедев. Но он категорически отказался, продолжая делать свои машины — сначала БЭСМ, потом «Эльбрус». Название «Эльбрус» предложил сам Сергей Алексеевич — он в молодости совершил восхождение на Эльбрус. «Эльбрус» в два раза превосходил ЕС-1066. К сожалению, проект БЭСМ-10 реализован так и не был.

У нас во ВНИИЭФ первая ЭВМ «Стрела» заработала в 1957 г., в 1958 г. — «Урал-1». С 1961 по 1963 гг. были запущены три машины М-20. С 1966 г. начали поступать БЭСМ-3 и БЭСМ-4. В 1967 г. заработала первая легендарная ЭВМ типа БЭСМ-6, затем было установлено еще несколько таких машин. В 1978 г. заработала первая ЭВМ серии ЕС — ЕС-1050, было несколько машин ЕС. Последняя из них была демонтирована в 2000 г. Началась эра персональных компьютеров.

С 2000 г. на моем столе в рабочей комнате стоял персональный компьютер, в несколько раз превышающий по мощности ЕС-1066, а по возможностям и того больше. Считаю, что увлечение Ивана Денисовича Софронова суперЭВМ отодвинуло внедрение у нас персональных компьютеров на несколько лет.

В середине 1980-х гг. поступают многопроцессорные ЭВМ «Эльбрус-2» с оперативной памятью 16 млн. восьмибайтовых слов и быстродействием каждого процессора более 10 млн. операций в секунду.

В конце 1980-х гг. по инициативе и под руководством И.Д. Софронова началась разработка мультипроцессорной вычислительной си-



ЭВМ «МП-3»

стемы МП-Х-У. Появление в первой половине 1990-х гг. восьмипроцессорной ЭВМ МП-3 резко активизировало работу по созданию параллельных версий прикладных программ.

Несколько слов о суперЭВМ. Еще в 90-х гг. прошлого века считалось, что суперЭВМ — это машины, среднее быстродействие которых составляет примерно 100 млн. операций в секунду и имеют базу данных в 1 млн. слов и более (вероятно, за образец был взят суперкомпьютер CRAY-1). Но уже вскоре суперкомпьютерами стали называть машины, производительность и другие параметры которых находятся на пределе технических возможностей. Ведь вскоре были запущены машины с быстродействием в 1 млрд., 1 триллион операций в секунду и даже в несколько триллионов операций в секунду.

Суперкомпьютеры во многом определяют развитие вычислительной техники. В то же время они играют важную роль в обеспечении национальной безопасности и экономической независимости государства.

История развития технических средств обеспечения вычислений — это только одна сторона. Другая — история развития программирования вычислений. Так же как и при создании вычислительных устройств, программирование тоже прошло несколько этапов. Сначала это были программы в кодах машины, т. е. непосредственное описание алгоритма решения задачи на языке конкретной машины. Затем — программа на формализованном языке (удобном для человека), который с помощью транслятора переводится в программу, которую и выполняет ЭВМ.

С.А. Лебедев, М.В. Келдыш, В.М. Глушков, В.С. Семенихин и их научные школы внесли крупный вклад в развитие принципов построе-

ния и теории ЭВМ и их программного обеспечения, методов использования ЭВМ в различных областях. М. В. Келдыш говорил: «Методы математики появились не для того, чтобы их изучать, а для того, чтобы из них извлекать закономерности. Появление электронных машин позволило довести до числа решения многих важных задач и реализовать то многое, что накопилось в математике столетиями».

До 1970 г. мы писали программы в основном в кодах машины. Правда, уже на «Стреле» под руководством Михаила Романовича Шура-Бура был разработан большой объем программного обеспечения, много стандартных программ.

На «Стреле» пришлось программировать и мне, я написал программы по заданию экспериментаторов сектора 4, в 1959 г. совместно с В. А. Сараевым мы несколько упростили подготовку задач программы ОПМ 3-05 и написали программы обработки результатов счета. Основные работы по созданию программ в кодах были сделаны на М-20 и БЭСМ-6. Для работы на М-20 у нас было прекрасное руководство: «Программирование на ЭВМ типа М-20» (В. Ф. Ляшенко, «Советское Радио». Москва, 1963). Мы приобрели опыт по программированию, разработке новых методик и осмысленному анализу результатов.

Составление программы (программирование) является задачей творческой. «Тактические уловки» и искусство программиста могут оказаться определяющими. Академик Андрей Петрович Ершов как-то сказал: «Программист должен обладать способностью первоклассного математика к абстракции и логическому мышлению в сочетании с эдисоновским талантом сооружать все что угодно из нуля и единицы. Он должен сочетать аккуратность бухгалтера с проникательностью разведчика, фантазию автора детективных романов с трезвой практичностью экономиста. А кроме того, программист должен иметь вкус к коллективной работе, понимать интересы пользователя и многое другое».

При создании новых программ в математическом отделении очень большое влияние оказали стандарты и подходы, разработанные Н. А. Дмитриевым, реализованные им в программе И-331 (И-332) одномерной газодинамики с теплопроводностью. Идеи, заложенные в эту программу, использовались многими программистами, они во многом определили структуру и организацию созданных в дальнейшем одномерных программ газодинамики и энерговыделения. (И-335, 4-07 и др.).

В 1971 г. научно-технический совет математического сектора ВНИИЭФ принял решение о переходе к программированию на языках высокого уровня. Написав программу на абстрактном языке, можно получить программу для выполнения на любой ЭВМ (конечно, на которой имеется транслятор с этого абстрактного языка). Языков программирования сейчас имеется не менее двадцати. Наиболее часто употребляемыми у нас явились: алгол (алгол-60), разработанный интернациональной группой вычислителей в 1957–1960 гг.; фортран, разработанный группой специалистов фирмы ИВМ во главе с Джоном Бекусом; PL/1, обладающий свойствами языков алгол и фортран. В последующие годы использовались и другие языки (Basic, Lisp, C, C++, Ada), возможно, и какие-то еще.

Я лично программировал на алголе, в основном с учебными целями, и много на фортране. Слышал, что язык Ada получил репутацию трудного, а вот на PL/1 многие программировали. Язык Ada назван в честь Августы Ады Байрон, графини Лавлейс. Она написала для аналитической машины Беббиджа программу вычисления коэффициентов Бернулли, ввела многие понятия программирования (цикл, условный оператор, другие). Ада Лавлейс считается первым в мире программистом. Язык C возник как универсальный язык системного программирования и постоянно совершенствовался. В 1983 г. появился C++, по мнению многих C/C++ на сегодня самый распространенный язык программирования.

Хочу еще упомянуть о профессоре Никлаусе Вирте. Он заложил традицию присвоения языкам программирования имен математиков прошлого. В 1963 г. своему первому творению он дал имя Эйлера — язык Euler, в 1970 г. — язык Паскаль, считающийся самым известным достижением Вирта. В 1980–1990 гг. большую роль в популяризации в нашей стране языков и систем Никлауса Вирта сыграла рабочая группа по Modula-2, бессменным руководителем и вдохновителем которой был Д. М. Сагателян из Института общей физики АН СССР.

Мощный импульс для развития всей науки и техники в нашей стране и, прежде всего, физики, вычислительной математики и производства ЭВМ дал атомный проект и развитие ракетной техники. Эффективно развивались численные методы. Над ядерной проблемой работали универсальные, совершенно исключительные ученые. Ставили задачи, упрощали, сами решали, используя логарифмические линейки либо арифмометры. В домашний период расчеты прово-

дились в основном по решению систем обыкновенных дифференциальных уравнений для средних величин. Когда возникала большая система уравнений, требующая разрешения, привлекались вычислители.

Но уже в 1948 г. математики предложили применить метод конечных разностей к интегрированию уравнений в частных производных. Наум Натанович Мейман (начальник математической лаборатории в отделе Ландау), Л. Д. Ландау и И. М. Халатников на 3-м Всесоюзном математическом съезде в 1956 г. выступили со своими работами «Некоторые применения метода конечных разностей к дифференциальным уравнениям» и «Численные методы интегрирования уравнений в частных производных методом секток». За эти работы авторы получили в 1952 г. Сталинскую премию II-й степени.

Тогда же, в 1948 г., А. Н. Тихонов на одном из семинаров И. В. Курчатова предложил провести методом конечных разностей прямой численный расчет атомного взрыва на основе полных моделей физических процессов (распространение нейтронов и тепла, ядерного горения и газодинамики), описываемых системой нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Тогда это заявление Андрея Николаевича Тихонова было воспринято как фантастическое. Но работы были начаты и вскоре получены конкретные результаты. В 1953 г. А. Н. Тихонову присуждается Сталинская премия I степени, присваивается звание Героя Социалистического Труда и вручается орден Ленина за «исключительные заслуги при выполнении специального задания правительства».

Наши первые атомные бомбы были рассчитаны на счетах, линейках и арифмометрах. Но именно с тех пор у нас всегда к разрабатываемым численным методам предъявлялись особые требования: они должны быть простыми, экономичными, устойчивыми и достаточно точными. Всегда от математиков требовались и хорошая теоретическая подготовка, и изобретательность. М. В. Келдыш отмечал: «Наши методы расчета задач математической физики оказались настолько эффективными, что позволили решить те же проблемы, что и стоявшие перед американскими учеными, хотя последние считали на машинах куда более мощных, чем у нас». Когда нас в Сарове стали посещать американские ученые из «родственных» нам лабораторий, они удивлялись, как на наших ЭВМ можно было создать эффективные программы и провести столь высококачественные расчеты.

В какой-то книге я прочитал, что математик — это такой человек, который постоянно, непрерывно работает по специальности. Я думаю, что это верно для любого человека умственного труда, для всякого, кто нацелен на решение определенной задачи (физик-теоретик, историк, химик и т. д.). Он мыслит постоянно. Работа мысли не считается с будильником и календарем. Действительно, подтверждаю, что при работе над программой часто самые изящные решения находились дома, а при отладке программы ошибка обнаруживалась даже во сне. В математике задерживаются только добросовестные и трудолюбивые люди.

Академик Леонид Иванович Седов в 1984 г. сказал: «Умение выделить главные эффекты и главные факторы, которые нужно учитывать, достигается в математике. Сейчас этот процесс развивается, можно сказать, что происходит математизация по стилю и по методам многих отраслей науки. Физике можно тоже назвать, теоретическую физику уж во всяком случае, математикой, самой что ни на есть характерной. Причем современные методы физики связаны с математикой теснейшим образом. Настанет время, когда мы можем сказать, что физика это есть просто раздел математики, в котором разбираются всякие модели, имеющие отношение к действительности, тогда как, с точки зрения самой математики, мы не обязательно должны рассматривать какие-то действительные модели, а можно, исходя из самого логического развития математики, конструировать чисто математические модели, которые тем не менее находят свои применения и в физике, и в других предметах...»

Работы по созданию атомного и водородного оружия привели к колоссальному развитию техники, физики, химии, других разделов науки. Что касается математики, то появление компьютеров и вычислительных методов, привело к математическому моделированию все усложняющихся физических постановок, к созданию мощных вычислительных систем.

**ЕЛЕСИН Владимир Александрович** –  
кандидат физико-математических наук,  
почетный ветеран РФЯЦ-ВНИИЭФ