

Первая БЭСМ: начало пути

Вера Карпова, Леонид Карпов

Значение машины БЭСМ для мировой вычислительной техники невозможно переоценить. Важно сохранить любые свидетельства способности отечественных разработчиков в самых сложных ситуациях справляться с техническими и организационными проблемами.



Постановление Совета министров СССР об образовании Института точной механики и вычислительной техники Академии наук СССР было принято в июне 1948 года, когда руководство страны уже осознало необходимость создания устройств, позволяющих автоматизировать процесс математических расчетов. В США в это время уже полным ходом шли работы, приведшие впоследствии к созданию цифровых вычислительных машин.

Никакого научного обмена идеями и разработками в этой области тогда не существовало — подробности американских разработок стали известны в нашей стране только в середине 1950-х годов.

Но общая тенденция была одинакова — осуществлялся переход от аналоговых (уже электронных, но еще не цифровых) и релейных (во многом цифровых, но не электронных, а электромеханических) машин к цифровым. Первым директором ИТМиВТ стал академик, генерал-лейтенант Николай Григорьевич Бруевич, известный своими работами в области автоматизации интеллектуальной деятельности. Бруевич — один из создателей теории точности и надежности машин и приборов, разработчик теории счетно-решающих устройств, в частности логического анализа и синтеза устройств цифровых вычислительных машин, а также средств управления машинами. Под руководством Бруевича проводились исследования вопросов автоматизации умственного труда в области машиностроения, сущность которых — создание более эффективных приемов исследования на основе применения вычислительной техники.



При создании ИТМиВТ его первому директору удалось объединить в новом институте несколько ранее разрозненных групп ученых. Первое время тематика работ института не была напрямую связана с цифровой электронной вычислительной техникой, но уже тогда был создан отдел быстродействующих ЭВМ. Бруевич убедил руководство страны, что нужно отказаться от слепого копирования американской релейной вычислительной машины и приступить к проектированию вычислительных машин на электронных лампах. В начале 1950 года директором ИТМиВТ был назначен переведенный из Киева на работу в Москву академик Михаил Алексеевич Лаврентьев, который назначил начальником лаборатории № 1 Сергея Алексеевича Лебедева.



Лебедев работал в институте электротехники АН УССР, где создавался макет электронной счетной машины (МЭСМ), который впоследствии был развит и превращен в малую электронную счетную машину. Работа над МЭСМ подходила к концу: в 1949 году была завершена разработка запоминающего устройства и других основных элементов машины. В Москве Лебедеву была поставлена задача в кратчайшие сроки создать не макет, а полноценную вычислительную машину для проведения расчетов, необходимых для проектирования и производства ядерного оружия. Такой машиной должна была стать БЭСМ — быстродействующая электронная счетная машина.

Для работы над БЭСМ Лебедев планировал взять с собой из Киева всех разработчиков МЭСМ и даже добился предоставления им жилья в Москве на Песчаной улице, но в последний момент руководство разрешило переезд в Москву только его самого. В результате пришлось срочно формировать совершенно новый коллектив, так как работа над МЭСМ в Киеве продолжалась, и Лебедев одновременно руководил двумя коллективами.

МЭСМ в связи с началом работ над БЭСМ стала называться малой электронной счетной машиной, а из Киева Лебедев привез собственноручно выполненный проект БЭСМ, который вскоре стал именоваться как большая электронная счетная машина. Один из ведущих разработчиков ИТМиВТ Петр Петрович Головистиков вспоминал: «Существует легенда, что вся схема БЭСМ у Сергея Алексеевича была записана на папиросных коробках «Казбек» или отдельных листках. Это неверно. Она заключалась в толстых тетрадах, в которых самым скрупулезным образом были изображены все структурные схемы машины, приведены временные диаграммы работы блоков, подробно расписаны все варианты выполнения отдельных операций». Среди документации ИТМиВТ была обнаружена одна из таких тетрад (рис. 1), состоящая из 100 разлинованных страниц, заполненных личными записями Лебедева. В ней, например, имеются такие заголовки:

07.07.50: Управление внешней памятью (магнитной записью).

09.07.50: Передача с магнитной ленты на барабан.

12.07.50: Рассмотреть вариант макета с общими элементами памяти для команд и чисел с одним управляющим коммутатором и работой на 4 такта ЦУ (а не на 3 такта).

16.07.50: Программное и схемное осуществление передачи с ленты на барабан.
Выбор количества разрядов машины.

Выбор количества разрядов для макета с параллельным вводом чисел.

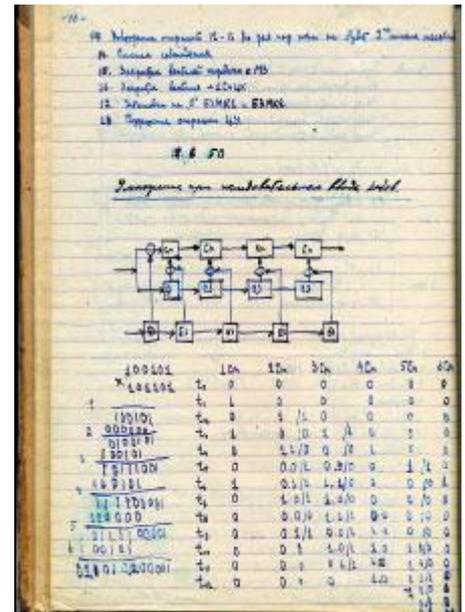
21.07.50: Перевод из двоичной в десятичную систему на машине.
Операции.

23.07.50: Управление магнитной лентой.

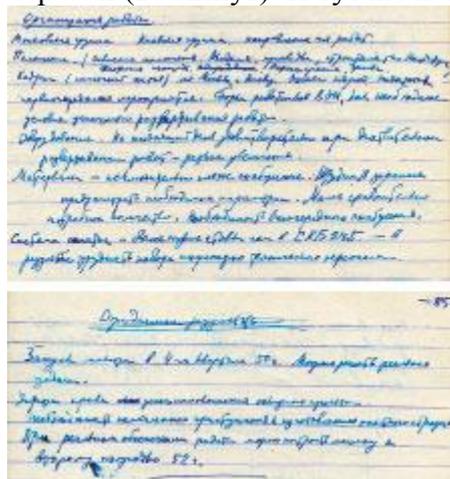
04.08.50: Возможность и целесообразность осуществления варианта с параллельным вводом кодов и памятью на триггерных ячейках.

08.08.50: Передача с барабана на внутреннюю память.

Чтение тетради позволяет проследить весь процесс постепенного понимания структуры будущей вычислительной машины. Первая дата в тетради относится к 7 июля 1950 года, когда Лебедев уже работал над двумя проектами — доведением до рабочего состояния МЭСМ и разработкой БЭСМ. Последняя дата (12 августа 1950 года) обозначена на странице 46 (рис. 1), а все дальнейшие записи следуют без указания дат. По-видимому, вторая половина тетради заполнилась к концу лета 1950 года. За это время были спроектированы основные узлы будущей машины и разработаны алгоритмы выполнения (производства, как написано в тетради) основных операций: сложения, умножения, деления. Необходимо было рассчитывать все, даже длину магнитных лент, которые предполагалось использовать в качестве внешней памяти.



Подобный расчет также имеется в тетради — была вычислена суммарная длина ленты (200 метров) и определено полное время передачи информации с ленты на магнитный барабан (20 минут). И тут же помечено: «Время приемлемое».



Лебедев расписывал операции и одновременно вычислял время их выполнения, выясняя для себя основные вопросы начального этапа проектирования — имеет ли смысл вводить ту или иную операцию, какова будет производительность новой машины? Например, после вычисления времени, необходимого для выполнения операции получения обратной величины с точностью до 2-30, выписан результат: 1,5 миллисекунды, и в тетради поставлена резолюция: «Приемлемо». Особый интерес вызывают страницы 84 и 85 (рис. 2), на которых есть записи, не имеющие технического характера, — они посвящены организации работ над проектом большой машины.

Записи сделаны при подготовке к встрече с руководством, от которого зависел успех проекта создания новой ЭВМ. Здесь обозначены проблемы, с которыми сталкивались обе группы разработчиков, работавшие в Киеве и в Москве, но главный вывод был прост — при реальном обеспечении работы можно построить машину ко второму полугодю 1952 года. Указанный срок был выдержан.

Один только перечень заголовков этой тетради показывает, что Лебедев вел свою разработку очень тщательно, вникая во все тонкости работы машины, многие из которых открывались впервые, не забывая о важности правильной организации труда и планировании. Лебедев лично составил план работ по созданию БЭСМ и постоянно контролировал ход его выполнения. Работа по этому плану проводилась сотрудниками ИТМиВТ, составившими так называемую «московскую группу». В соответствии с ним завершение разработки эскизного проекта намечалось на I квартал 1951 года (практически одновременно с завершением работы над макетом МЭСМ). В плане были выделены три основных направления работ (рис. 3):

The image shows a handwritten document, likely a work plan or schedule, for the development of BESM. It consists of a list of tasks on the left and a grid on the right. The tasks are numbered and describe various aspects of the machine's development, such as developing the principle scheme of the cells, calculating and experimentally checking, and developing the sketch project. The grid has several columns, possibly representing different stages or resources, and rows corresponding to the tasks. The handwriting is in Cyrillic.

1. Разработка принципиальной схемы ячеек.
2. Расчетная и экспериментальная проверка.
3. Разработка эскизного проекта.

По каждому направлению были определены 20 главных работ, для которых устанавливались сроки выполнения и затраты ресурсов. В состав работ входили следующие:

1. Разработка основных электронных элементов (счетчики, ячейки статического запоминания, ключи, суммирующие ячейки).
2. Разработка методики производства арифметических операций (сложение, вычитание, умножение, деление).
3. Разработка методики производства специальных операций (сравнение, сдвиг, изменение знака, интерполяция).
4. Разработка методики и вспомогательных устройств для перевода чисел из десятичной в двоичную систему счисления и обратно.
5. Разработка арифметического устройства.
6. Разработка устройства для интерполирования.
7. Разработка вспомогательных устройств для решения системы линейных уравнений.
8. Разработка устройства быстрой внутренней памяти.
9. Разработка устройства внешней памяти.
10. Разработка блока центрального управления машиной.
11. Разработка блока управления командами.
12. Разработка блока управления операциями.
13. Разработка блока управления памятью.
14. Разработка устройства для приготовления программы и внешних цифровых данных.
15. Разработка устройства для окончательной записи результатов.
16. Разработка системы связи между блоками.
17. Разработка системы контроля, сигнализации и питания машины.
18. Разработка скелетной схемы машины.
19. Эскизная разработка конструкции машины.
20. Разработка действующего макета машины (на пониженной частоте, с уменьшенным количеством разрядов, с ограниченной памятью, на статических блоках на электронных лампах и с ограниченным количеством операций).

На плане заметны неоднократно вносившиеся правки, относящиеся к срокам выполнения заданий и ресурсам, требующимся для этого. Состав работ практически не подвергался изменению, хотя пункт № 4 явно вставлялся тогда, когда все остальные работы уже были написаны (это подтверждается исправлением номеров всех пунктов плана, начиная с пункта № 5 и до конца списка). Также позднейшую вставку представляет собой пункт № 7, поэтому пункты плана начиная с № 8 исправлялись дважды (второй раз новые номера просто писались левее первоначального). Вставка пункта № 7 наталкивает на мысль, что решение запланировать создание отдельного устройства для решения линейных уравнений пришло к Лебедеву несколько позднее (в окончательном варианте БЭСМ никаких подобных аналоговых устройств не осталось — машина была полностью цифровой).

Ресурсы для проекта, по-видимому, исчислялись в тысячах рублей в ценах 1950 года. Цена определялась (и корректировалась, часто несколько раз) для каждого пункта плана. Сразу при создании плана первоначальные сроки были установлены только для первых его пунктов. У пункта № 8 (и последующих пунктов) плана первый срок проставлен только карандашом, тогда как у предыдущих пунктов — теми же фиолетовыми чернилами, что и само название работы. Иногда первоначальные сроки отодвигались, но некоторые из них затем вновь были восстановлены. Так или иначе, работы над эскизным проектом БЭСМ завершились именно в первом квартале 1951 года. Это означало, что электрические схемы устройств были не только разработаны, но и проверены как математическими расчетами, так и на специально созданных макетах, был также составлен текст самого эскизного проекта.

Сергей Алексеевич не побоялся привлечь к работе над ЭВМ молодых студентов Московского энергетического института, где он читал лекции по основам цифровых приборов. К работе им были привлечены девять студентов МЭИ, которым были выданы темы дипломным работ, непосредственно относящиеся к разработке вычислительной машины:

1. В. С. Бурцев — блок управления командами.
2. И. Д. (Горелова) Визун — усилители считывания и записи к потенциалоскопу.
3. А. Н. Зимарев — арифметическое устройство чисел.
4. С. П. Кузнецов — датчик основных сигналов машины.
5. А. Г. Лаут — блок местного управления.
6. В. Н. Лаут — запоминающее устройство на потенциалоскопах.
7. В. А. Мельников — блок центрального управления операциями.
8. В. П. Смирягин — арифметическое устройство порядков.
9. А. С. Федоров — устройство внешней памяти.

Работа каждого участника была отражена в плане эскизного проекта, который представляет собой лист бумаги формата А4, заполненный с одной стороны рукописными записями, сделанными автоматической ручкой с фиолетовыми чернилами и, по-видимому, более поздними карандашными пометками и пометками более темными чернилами. Судя по почерку, записи и пометки сделаны непосредственно С. А. Лебедевым. По этому плану завершение разработки эскизного проекта намечалось на I квартал 1951 года (практически одновременно с завершением работы над макетом МЭСМ).

Молодые коллеги Лебедева оказывали ему весьма существенную помощь. Все студенты блестяще справились со своими дипломными проектами, которые дали им мощнейший импульс к творческому развитию. Из девяти студентов двое — В. С. Бурцев и В. А. Мельников впоследствии стали лауреатами Государственных премий, действительными членами Академии наук, директорами академических институтов. Валентин Лаут защитил докторскую диссертацию, ему дважды присуждалась Государственная премия. Имена

многих выпускников МЭИ 1950 года неоднократно встречаются в списках сотрудников, награжденных орденами и медалями за участие в важнейших работах ИТМиВТ. Если бы в архиве института случайно не сохранился листок Лебедева с планом работ над эскизным проектом, мы бы никогда не узнали о той огромной работе, которая проводилась молодым коллективом института при создании первой полноценной отечественной цифровой вычислительной машины (МЭСМ изначально проектировалась как макетный вариант и никогда не производилась серийно). Разработчики ЭВМ, как и разработчики другой техники, предпочитают сохранять только окончательные варианты документации — предварительные варианты, черновики, записки, письма, чертежи, эскизы часто теряются, хотя именно с их помощью можно проследить процесс работы над новыми проектами, не менее интересный, чем результат. Сегодня, с внедрением новых технологий проектирования, разработчики стали формировать так называемые «книги проектов», в которые заносятся все промежуточные документы и их варианты. На основе этих книг (архивов документов) компании, ведущие разработку, получают возможность доказывать свою непосредственную причастность к процессу разработки и свои авторские права. Однако эти архивы не сохраняют то, что люди называют «теплом человеческих рук», тот энергетический заряд, который передается от личных записей разработчиков.



Как результат общего труда по реализации разработанного Лебедевым плана 21 апреля 1951 года начала работу Государственная комиссия по приемке эскизного проекта БЭСМ, а летом 1952 года было завершено изготовление БЭСМ, которая заработала к осени 1952 года. В итоге в апреле 1953 года Государственная комиссия под председательством М. В. Келдыша приняла к работе БЭСМ, в июне 1953 года Лебедев был назначен директором ИТМиВТ и избран действительным членом Академии наук СССР по Отделению физико-математических наук, став первым академиком по специальности «счетные устройства». Многие задачи, казавшиеся до этого неразрешимыми из-за большого объема вычислений, легко решались на БЭСМ, получившей наименование БЭСМ Академии наук. Сам Лебедев любил приводить в качестве примера расчет на БЭСМ траектории полета снаряда, который осуществлялся на БЭСМ быстрее, чем летел сам снаряд.



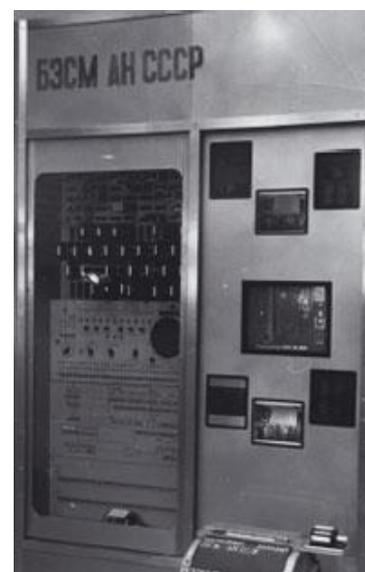
БЭСМ АН была установлена на первом этаже здания ИТМиВТ на Ленинском проспекте (рис. 4), и долгое время на ней решались как научные, так и прикладные задачи, в частности был проведен расчет траектории ракеты, доставившей вымпел Советского Союза на Луну. При эксплуатации машины за долгие годы возникали различные сложные ситуации, ведь в состав машины входили 4 тыс. электронных ламп, но инженеры и техники всегда находили оригинальные решения по поддержанию ее работоспособности. После создания в феврале 1955 года Вычислительного центра АН СССР перед ИТМиВТ была поставлена задача подготовить БЭСМ к серийному выпуску, что и было сделано к концу 1957 года, когда Ульяновский завод начал выпускать эту машину под наименованием БЭСМ-2. Этими машинами были оснащены практически все крупные вычислительные центры страны. На БЭСМ-2 осуществлялись расчеты запусков искусственных спутников Земли и первых космических кораблей с человеком на борту. БЭСМ-2 была воспроизведена в Китае, куда выезжала группа сотрудников ИТМиВТ. К моменту окончания работы над БЭСМ АН Лебедев уже продумал принципы и архитектуру новой машины М-20, которая должна была стать самой быстродействующей в мире.

БЭСМ выпускалась в различных модификациях до 1964 года — всего в нашей стране, кроме самого первого и единственного экземпляра БЭСМ АН, было изготовлено 16 экземпляров БЭСМ-2, 27 экземпляров БЭСМ-2М и 2 экземпляра БЭСМ-3.

В октябре 1955 года Лебедев сделал сенсационный доклад на Международной конференции по электронным счетным машинам в Дармштадте ФРГ доказав, что БЭСМ АН оказалась самой быстрой ЭВМ в Европе, а в декабре того же года первое сообщение о БЭСМ появилось в центральной печати. Газета «Правда» опубликовала большую статью Лебедева «Электронная счетная машина», в которой он подробно описывал основные принципы устройства цифровой вычислительной машины и новые возможности, которые открываются перед наукой и промышленностью страны в результате внедрения вычислительной техники. Все машины серии БЭСМ (от БЭСМ АН до БЭСМ-6) на момент своего создания были лучшими в Европе в классе универсальных ЭВМ. Летом 1958 группа сотрудников ИТМиВТ была включена в состав делегации, которая выезжала в США по приглашению компании ИВМ, продемонстрировавшей свои достижения в разработке цифровых ЭВМ. Делегацию возглавлял директор Вычислительного центра Академии наук академик А. А. Дородницын, а от ИТМиВТ в делегацию были включены заместитель директора института И. С. Мухин и молодые разработчики В. С. Бурцев и Л. Н. Королев.

В 1960 году машину БЭСМ АН разобрали, освободив помещение для М-50, и по этому поводу была выпущена трогательная эпитафия.

Ни одна другая машина в ИТМиВТ не удостоивалась такой чести. Сотрудники института, работавшие на ней, стали решать свои задачи на БЭСМ-2, а позже — на БЭСМ-4. Отдельные части БЭСМ АН удалось сохранить. Когда в 1982 году к 80-летию С. А. Лебедева стараниями тогдашнего директора ИТМиВТ В. С. Бурцева в институте был открыт музей истории, для него из сохранившихся блоков БЭСМ АН и БЭСМ-2 был создан специальный стенд, представляющий собой работающий макет одной из секций БЭСМ (рис. 5). В левой части макета установлено пять плат, изготовленных точно по чертежам первой машины и укомплектованных деталями того времени. На правой части располагается демонстрационная панель с экраном. Правая и левая части перекрываются раздвижной стеклянной дверью, сохранившейся в подлинном виде с 1951 года. Верхняя плата укомплектована разъемами типа «лист» и начинена подлинными блоками БЭСМ АН.



Вторая сверху плата укомплектована подлинными блоками БЭСМ-2, в которой был осуществлен переход на пальчиковые лампы (ведущий разработчик — П. П. Головистиков) и широко применялись кристаллические диоды. Третья сверху плата представляет собой образец пульта управления с запоминающим устройством на электронных трубках, применявшимся на первой машине. На пульте воспроизведены все органы управления машиной. Четвертая сверху плата представляет собой полную мнемоническую схему центрального пульта управления БЭСМ, а на пятой плате располагаются тумблеры управления макетом.

Вера Карпова (v_karpova@ipmce.ru) — руководитель музея истории института точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева РАН, Леонид Карпов (mak@ispras.ru) — ведущий научный сотрудник института системного программирования РАН (Москва).

Расшифровка записей по организации работ и планам С. А. Лебедева

Организация работы (стр. 84 тетради С. А. Лебедева).

Московская группа. Киевская группа. Направления работ.

Помещение (освоение помещения. Академия, проводка, строительство Института Феофания. Площадь. Расширение. Жилье)

Кадры (списочный состав) по Москве и по Киеву. Оценка кадров. Недостаток.

Первоочередное мероприятие. Сборка работников ВЭИ, как необходимое условие успешного развертывания работы.

Оборудование. На сегодняшний день удовлетворительно при действительном развертывании работ — резкое увеличение.

Материалы — исключительно плохое снабжение. Трудность заранее предусмотреть необходимые параметры. Малое сравнительно потребное количество. Необходимость внеочередного снабжения.

Система оплаты — более низкие ставки, чем в СКБ 245, — в результате трудность набора инженерно-технического персонала.

Ожидаемые результаты (стр. 85 тетради С. А. Лебедева).

Запуск макета в 4-м квартале 50 г. Можно решать реальные задачи.

Угроза срыва успешного окончания эскизного проекта.

Немедленно приступить к изготовлению опытного образца.

При реальном обеспечении работы можно построить машину ко второму полугодю 1952 г.

Первоисточники

1. П. С. Жданов, С. А. Лебедев. «Устойчивость параллельной работы электрических систем», М.-Л.: Энергоиздат, 1933. 263 с., 2-е изд. 1934.
2. С. А. Лебедев, «Электронная счетная машина», газета «Правда», 4 декабря 1955.
3. «От БЭСМ до суперЭВМ. Страницы истории ИТМ и ВТ им. С. А. Лебедева АН СССР в воспоминаниях сотрудников». Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева, под ред. Г. Г. Рябова, в 2 томах, 1988.
4. «С. А. Лебедев — творец отечественных ЭВМ». Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева, сборник статей, 1990, 2002.
5. Малиновский Б. Н. «История вычислительной техники в лицах». К.: фирма «КИТ», ПТОО «А. С. К.», 1995. ISBN 5-7707-6131-8.

6. «Сергей Алексеевич Лебедев. К 100-летию со дня рождения основоположника отечественной электронной вычислительной техники». Под ред. В. С. Бурцева, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.
7. В. Б. Карпова, «История создания БЭСМ АН СССР», Международная конференция «Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы», тезисы доклада, Петрозаводск, июль 2006.