

УДК 719(438)

Хоменко Л. Г., Шульга О. М.

У ИСТОКОВ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ: БЕССМЕРТНЫЙ ПОДВИГ УЧЕНОГО

У 1945 році почався дуже плідний київський період наукової діяльності академіка Сергія Олексійовича Лебедева. У статті приводяться розсекречені архівні документи лабораторії моделювання і регулювання С.А. Лебедева, досліджуються механізми творчого пошуку великого вченого і співробітників його лабораторії, що вивели вітчизняну електронну обчислювальну техніку на рівень світових стандартів.

В 1945 году начался очень плодотворный киевский период научной деятельности академика Сергея Алексеевича Лебедева. В статье приводятся рассекреченные архивные документы лаборатории моделирования и регулирования С.А. Лебедева, исследуются механизмы творческого поиска великого ученого и сотрудников его лаборатории, которые вывели отечественную электронную вычислительную технику на уровень мировых стандартов.

A very fruitful Kiev period of scientific activity of Sergei Alekseevich Lebedev began in 1945. The article contains declassified archival documents of Lebedev's simulation and control laboratory, studies of the mechanisms of creative search of the great scientist and his laboratory staff, who brought the Soviet computer technology to the world standards.

1. Предыстория

Отправным пунктом зарождения мирового компьютеростроения и восхождения компьютера из одной на другую качественную ступень считается проект механического устройства Ч. Бэбиджа (Англия, середина XIX века). С переходом от механического к электромеханическому этапу истории ВТ появляются релейные компьютеры с ручным (например, БЭЛЛ-1, США), а впоследствии – с автоматическим управлением по линейным программам от внешних устройств считывания команд (например, МАРК, США; Z-3, Германия, 40-е годы XX века). Электронный этап в развитии средств обработки информации начинается после перехода к внутреннему программному управлению с набором программ на коммутационных панелях, а затем – с хранением программ в памяти постоянного типа, допускающей считывание без записи новой программы (например, ЭВМ ЭНИАК, США, модели 1946 и 1948 годов). Осознание основных достоинств и недостатков ЭНИАК стало базисом

для разработки ЭВМ с режимом программного управления, обеспечивающим как считывание, так и запись новых программ, т.е. оборудованных оперативной памятью (ОП).

Построение первой советской универсальной ЭВМ, оборудованной ОП (базового прототипа современных машин), связано с проводившимися с 1946 года инициативными работами С.А. Лебедева. Работы увенчались вводом в действие 6 ноября 1950 года совершенно оригинальной машины с параллельной обработкой кодов и управлением от произвольной программы. В отличие от ЭНИАК, машина Лебедева МЭСМ основана на принципе запоминания универсального алгоритма и обладала системой команд, задающей алгоритмически полный язык.

Эволюционная линия развития режимов программного управления и становления универсальной ЭВМ представляется как цепь частных скачков (см. диаграмму) [1].

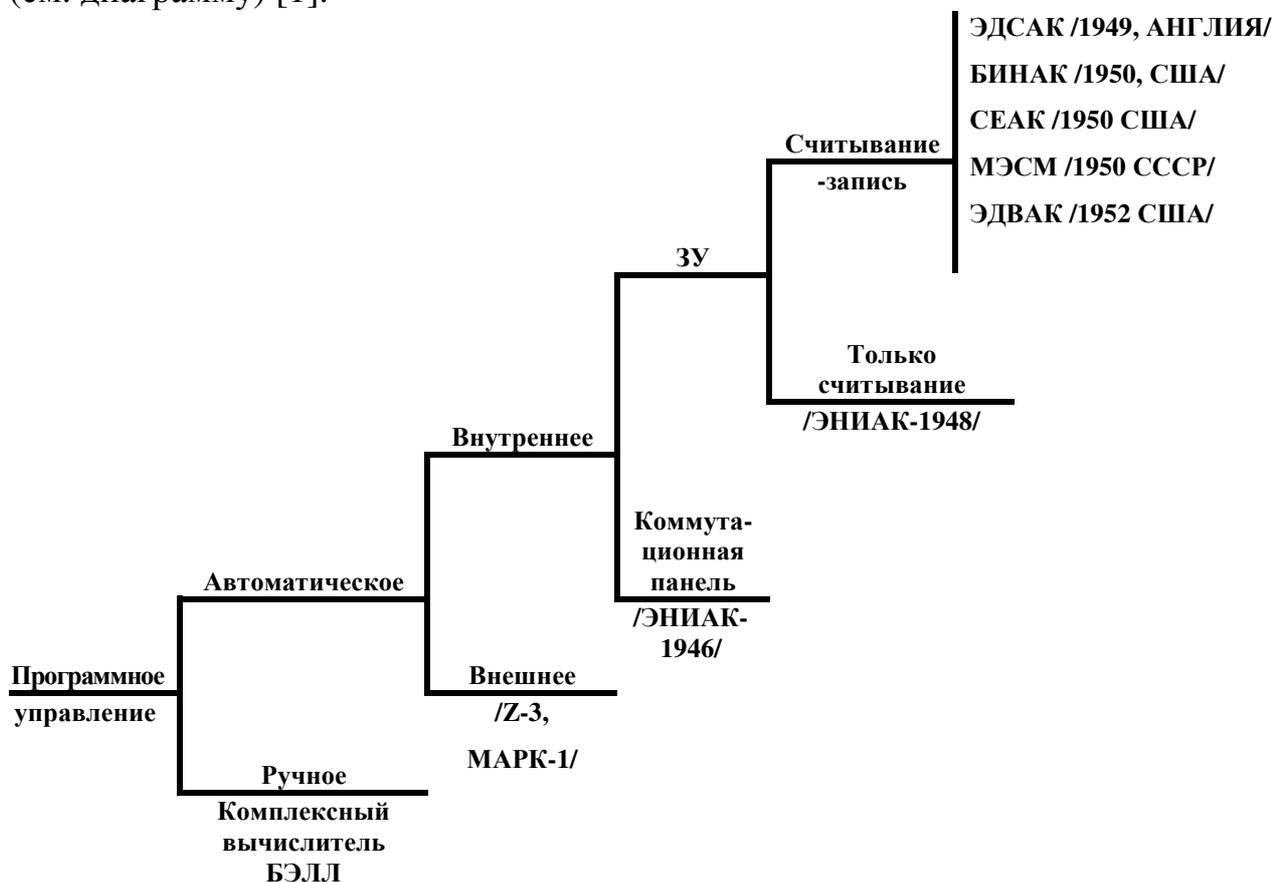


Диаграмма режимов программного управления

Имя крупного советского ученого Сергея Алексеевича Лебедева (1902–1974) связано не только с первой ЭВМ, но и с более масштабными событиями – становлением отечественной электронной вычислительной техники, зарождением и развитием Научно-технической революции в нашей стране. Если выделить какое-то одно из направлений его многогранной деятельности в качестве главного, то это была цифровая вычислительная техника. Работа

с научной одержимостью над все более новыми принципами создания ЦВМ, он проявил себя и как дальновидный ученый, и как талантливый организатор, и как авторитетный воспитатель научных кадров. В условиях последовательного претворения в жизнь задачи массовой компьютеризации нашего общества, направленной на максимальное привлечение всех ресурсов научного, хозяйственного и социального прогресса, с новой силой предстает роль первопроходцев этого принципиально важного дела, среди которых ведущее место по праву принадлежит С.А. Лебедеву [1, 3].

Деятельности С.А. Лебедева в области теории и практики конструирования цифровых ЭВМ предшествовали работы в смежной, ранее возникшей сфере вычислительной техники (ВТ) – аналоговой ВТ. Это было связано с осуществлением ленинского плана электрификации страны – ГОЭЛРО. Так, к началу 30-х годов потребовались теоретические и экспериментальные исследования специфических для дальней электропередачи и энергосистем переменного тока проблем устойчивости, обоснования и сравнения различных методов ее повышения. С.А. Лебедев пошел по пути коренного повышения эффективности этих проблем на основе применения специальных аналоговых моделей энергосистем и линий электропередачи. Под его руководством были разработаны модели оригинальной конструкции с высокой степенью автоматизации при выполнении вычислений [4]. В дальнейшем, особенно в послевоенное время, это направление моделирования, вплоть до появления электронной ВТ, широко развивалось в СССР и за рубежом в качестве методологического базиса для анализа и оптимизации режимов сложных электроэнергетических систем.

Особенно большой интерес представляло фундаментальное исследование С.А. Лебедева, обосновавшее возможность так называемой "искусственной устойчивости" электропередачи и энергосистем на основе принципиально новых автоматических регуляторов. Им показано, что эти регуляторы не должны иметь зоны нечувствительности и в закон регулирования необходимо ввести сигналы как по отклонению напряжения, так и по первой и второй производным (по времени) этого отклонения. На наиболее мощной и дальней в то время электропередаче в СССР натурные исследования устойчивости подтвердили эффективность этих регуляторов, созданных лабораторией электрических сетей Всесоюзного электротехнического института (ВЭИ) под руководством С.А. Лебедева [5].

Изучение и решение проблемы искусственной устойчивости энергосистем составили содержание докторской диссертации С.А. Лебедева. Им, по сути, была сформулирована идея эффективности автоматического регулирования типа компаундирования (положительная обратная связь) по возмущающему действию нагрузки, независимо от вида параметра, отображающего возмущение. Ученым также обобщались идеи о введении в закон регулирования или компаундирования производных от отклонения соответствующих параметров [3].

Эти два фундаментальных положения были в дальнейшем широко использованы как в теории автоматического регулирования, так и при создании различных модификаций Систем Автоматического Регулирования (САР) сильного действия для мощных энергетических установок. Под руководством Лебедева отделом автоматики ВЭИ был выполнен ряд важных исследований и разработок в области создания сложных САР на базе аналоговой ВТ не только для энергетических установок, но и для блюмингов, прокатных станов и других объектов промышленной технологии, объектов оборонной техники. В то же время Сергей Алексеевич уже тогда полагал, что назревает необходимость автоматизации такой важной области деятельности, как научные исследования и математические расчеты. Поэтому в 1936-1937 годах начались работы по созданию анализатора для решения дифференциальных уравнений. С началом Великой Отечественной войны Сергей Алексеевич полностью переключился на оборонную тематику.

После возвращения с коллективом ВЭИ в Москву (1943) С.А. Лебедев продолжает развивать идею специальной аналоговой вычислительной машины (АВМ) из класса машин простой аналогии, но уже на основе электронной техники. Они получили широкое распространение в послевоенные годы. В СССР одной из первых электронных АВМ такого класса для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений была машина, созданная в 1945 году под руководством С.А. Лебедева [6]. Его авторству принадлежат и имеющие общетеоретическое значение методики моделирования на АВМ различных процессов, методики их применения и проведения конкретных вычислений. В этом контексте особенно важно отметить метод комбинированного моделирования, применяемый для исследования процессов управления подвижными объектами. С выполнения такой научной проблематики начался очень плодотворный киевский период деятельности школы С.А. Лебедева, избранного 12 февраля 1945 года действительным членом АН Украинской ССР и назначенного директором Института энергетики (с 1947 года – Института электротехники) АН УССР [3].

Безотлагательным потребностям зарождающейся научно-технической революции в области реактивной техники посвящена одна из первых крупных работ киевского периода деятельности: создание оригинальной, не имеющей зарубежных прототипов установки комбинированного моделирования для испытания управляющей аппаратуры летательных аппаратов при помощи комбинированной модели объекта. Методологическим базисом послужила предложенная Сергеем Алексеевичем концепция комбинированного моделирования. Установка состояла из управляющих АВМ и подвижной платформы (с размещенной на ней реальной аппаратурой), воспроизводящей движения испытываемого объекта. Для вычисления параметров движения созданы электронные аналоговые машины (одни из первых в Союзе), выполненные на основе электронных решающих (операционных) усилителей, которые стали базовым прототипом современных электронных АВМ [7].

Установка была выполнена в промышленном исполнении и получила впоследствии широкое распространение в нашей стране. За рубежом подобная система появилась значительно позже.

Особенность стиля работы коллектива под руководством С.А. Лебедева заключалась в умении сфокусировать всю творческую энергию на научном поиске в той области создания новых средств ВТ, которая в наибольшей мере отвечала безотлагательным потребностям развивающегося народного хозяйства. Его отличала новизна технического решения, оптимальность конструкции, перспективность и эффективность использования. Создавались эти средства для расчетов и моделирования разрабатываемых и проектируемых электроэнергетических и технологических САР. Практически все разработки, выполненные коллективом под руководством С.А. Лебедева, освоены электропромышленностью СССР, серийно выпускались в различных модификациях или стали прототипом для новых образцов промышленного исполнения.

БЫСТРОДЕЙСТВИЕ ПЕРВЫХ ПРОГРАМНО-УПРАВЛЯЕМЫХ ЦВМ

| Машина | Год введения | Элементная база | Разрядность | Время выполнения операций, мсек | |
|---------|--------------|---------------------|-------------|---------------------------------|-----------|
| | | | | сложения | умножения |
| Z-3 | 1941 | электромеханическая | 22 дв.р. | 300 | 400 |
| МАРК-П | 1947 | электромеханическая | 10 дес.р. | 200 | 700 |
| БЕЛЛ-IV | 1947 | электромеханическая | 7 дес.р. | 300 | 1000 |
| ЭНИАК | 1946 | электронная | 10 дес.р. | 0.2 | 2.8 |
| БЭСМ | 1952 | электронная | 39 дв.р. | 0.07–0.22 | 0.24 |

СОПОСТАВЛЕНИЕ ДАТ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ПЕРВЫХ ЭВМ С ХРАНИМОЙ В ОЗУ ПРОГРАММОЙ (ЭВМ НЕЙМАНОВСКОГО ТИПА)

| Машина | Принадлежность | Метод обработки информации | Год введения |
|--------|------------------------|----------------------------|--------------|
| ЭДСАК | Англия | последовательный | 1949 |
| СЕАК | США | последовательный | 1950 |
| БИНАК | США | последовательный | 1950 |
| ЭНИВАК | США | последовательный | 1951 |
| ЭДВАК | США | последовательный | 1952 |
| ЦЭМ-1 | СССР | последовательный | 1953 |
| МЭСМ | СССР | параллельный | 1950 |
| МК-1 | Англия (Манчест. ун-т) | параллельный | 1949-1951 |
| ВИХРЬ | США | параллельный | 1951 |
| ИАС | США | параллельный | 1952 |
| МАНИАК | США | параллельный | 1952 |
| БЭСМ | СССР | параллельный | 1952 |

От этих разработок перебрасывался мост к вынашиваемым Сергеем Алексеевичем еще с довоенных времен идеям и принципам построения универсальных цифровых вычислительных машин, чем он занялся, уже ни на что не отвлекаясь, примерно с 1948 года.

Главным потребителем этих машин Лебедева стали наиболее престижные, зарождавшиеся в те годы области научно-технической деятельности, которые определяли научно-технический, и, в первую очередь, оборонный потенциал страны. Это атомная энергетика, реактивная техника, ракетная баллистика и пр. Все они требовали массовых расчетов при решении беспрецедентных по сложности и размерности задач с отысканием единственно правильного, оптимального решения, к тому же с высокой точностью. Нет необходимости объяснять, почему все обстоятельства, связанные с постановкой таких задач и разрабатываемыми для этой цели машинными средствами, были строго засекречены.

В последние годы открылась возможность доступа и обнародования некоторых рассекреченных архивных документов Киевской лаборатории С.А. Лебедева, которые в известной мере проливают свет на механизмы творческого поиска, в результате которого в короткий срок советская вычислительная техника достигла уровня мировых достижений. Изучению этих документов, среди которых находятся ценные памятники науки, посвящено данное исследование.

2. Исследование архивных материалов о киевском периоде деятельности академика Сергея Алексеевича Лебедева

В 1945 году начался очень плодотворный киевский период деятельности Сергея Алексеевича; 12 февраля он избирается действительным членом Академии наук Украинской ССР, с мая 1946 года назначается директором Института энергетике АН УССР. Подлинно подвижнический труд С.А. Лебедева связан с деятельностью возглавленной им лаборатории моделирования и регулирования, создание которой приурочено к дате организации Института электротехники АН УССР (Киев).

Выписка из протокола № 11 заседания Президиума АН УССР 16.05.1947 г. [8]:

"Слушали: Постановление Совета Министров УССР № 639 от 5.05.1947 г. о создании в составе АН УССР научно-исследовательских институтов теплоэнергетики и электротехники. (Докладывает президент АН УССР, академик А.В. Палладин).

Постановили: Постановление Совета Министров УССР № 639 от 5.05.1947 г. о создании в составе АН УССР научно-исследовательских институтов Теплоэнергетики и Электротехники принять к сведению и исполнению.
[...]

4. Утвердить такие структуры институтов:

а) Институт Электротехники: 1) дирекция. 2) лаборатория действительного члена АН УССР С.А. Лебедева.

[...]

8. Назначить временно, до утверждения на очередной сессии, директором Института Электротехники АН УССР действительного члена АН УССР С.А. Лебедева.

[...]

Президент АН УССР академик А.В. Палладин. Ученый секретарь Президиума АН УССР Г.В. Карпенко.

Верно: Зав Секретариатом Президиума АН УССР (Козакевич) "

Научные отчеты по основным исследованиям, выполненным С.А. Лебедевым в возглавляемой им лаборатории, его собственноручные записи и другие документы, характеризующие этап создания первых отечественных электронных систем и машин, рассекречены и хранятся в архиве Института Электродинамики АН УССР.

Первой крупной работой С.А. Лебедева в лаборатории моделирования и регулирования была система управления испытанием летательных аппаратов на базе электронной вычислительной техники (ВТ).

Технический отчет по теме «*Динамический стенд*», руководитель С.А. Лебедев, исполнители Л.Н. Дашевский, З.Л. Рабинович, Р.Я. Черняк. Киев. – 1950 [9]:

"Динамический стенд предназначен для испытания и исследования аппаратуры стабилизации летательных аппаратов. Работа стенда основана на методе комбинированного моделирования. Исследуемая аппаратура помещается на платформу, воспроизводящую движения, аналогичные движениям регулируемого объекта. [...] Платформа управляется в соответствии с сигналами электрической схемы моделирования движений летательного аппарата. Каждая из трех моделирующих схем вырабатывает напряжения, пропорциональные аэродинамическому моменту объекта, скорости и углу его поворота относительно соответствующих осей. Схема моделирования состоит из отдельных блоков, состоящих из усилителей, и соответствующих импеданцев (операторных усилителей постоянного тока с большим собственным коэффициентом усиления в зависимости от вида импеданцев обратной связи...).

Для решения систем линейных дифференциальных уравнений, которыми описываются движения объекта, требуется пять основных видов блоков: суммирующий, фазоинвертирующий, интегрирующий, дифференцирующий и инерционный (последний решает линейное дифференциальное уравнение первого порядка). Возможно также составление комбинированных блоков, например, суммирующе-инерционного, дифференцирующе-суммирующего и т.п. В нижеописанной конструкции моделирующих шкафов предусмотрены только эти варианты. Величины сопротивлений и емкостей определяются коэффициентами решаемых уравнений и устанавливаются при помощи пере-

ключателей. В схеме также предусмотрена подача возмущений путем изменения некоторых входных сопротивлений. Предусмотрено осциллографирование выходных напряжений блоков. Операторный усилитель постоянного тока является основным элементом схемы моделирования объекта. [...] В схеме предусмотрено наличие общего входа и выхода, а также нечетное число усилительных каскадов, что обеспечивает отрицательную обратную связь по напряжению. Коэффициент усиления $K_p = 20000 \dots$ "

Но воистину эпохальным вкладом С.А. Лебедева, делом практически всей его жизни, стала разработка принципов построения универсальных цифровых вычислительных машин, воплощенных в знаменитой серии лучших советских машин БЭСМ и вычислительных комплексах наиболее сложного класса средств ВТ – быстродействующих супер-ЭВМ.

Как свидетельствуют сотрудники С.А. Лебедева, уже незадолго до Великой Отечественной войны он приступил к разработке принципов ЭВМ, в основе которой лежала бы двоичная система счисления. Первые практические шаги по этому пути были сделаны в Киеве, что подтверждается собственноручной записью Лебедева. Несмотря на сложные обязанности директора крупного института, Сергей Алексеевич с паяльником в руке просиживал ночи над своим "первенцем", лично проверяя надежность каждой пайки, лично испытывая все новые, подсказанные интуицией варианты схем. Критерием их правильности служили практические испытания. К 6 ноября 1950 года состоялся пуск в действие первой советской ЭВМ [1, 2].

Технический отчет № 04 «*Макет первой очереди быстродействующей электронной счетной машины*». Руководитель работы: директор института, зав. лабораторией моделирования и регулирования, действительный член АН УССР С.А. Лебедев. Исполнители: Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара, С.В. Погребинский, Н.П. Похило. Киев – 1950 г.

Макет первой очереди предназначался для проверки принципов работы отдельных элементов и, главное, для анализа совместной работы узлов машины. Как показал опыт ее наладки, основные трудности лежали в совместной работе отдельных элементов. На макете должны быть проверены методика решения отдельных задач, программирование, накоплен эксплуатационный опыт. Эти моменты имеют существенное значение при проектировании больших быстродействующих электронных счетных машин. При проектировании макета отсутствовали элементы, позволяющие осуществить надежное запоминающее устройство с большим объемом запоминаемых чисел. Чтобы не задерживать разработку, ЗУ решили выполнить на триггерных ячейках, что ограничило объем памяти (ЗУ на триггерах требует большого количества электронных ламп). В дальнейшем предполагалось добавить к макету ЗУ в виде записи электрических импульсов на магнитной пленке. Магнитная запись достаточно хорошо проверена на других видах устройств и надежность ее работы не вызывает сомнений. Наличие магнитного ЗУ позволит иметь практически неограниченный объем памяти и существенно расширит

область практического использования макета. Разработка магнитного ЗУ для макета ведется в Институте физики АН УССР и должна быть закончена в 1951 году. Ориентировка в дальнейшем на магнитное ЗУ привела также к тому, что взята пониженная частота для работы макета (чтобы на машине можно было работать непосредственно от магнитной записи). Перевод на более высокие частоты – порядка 1 МГц, вызывает не только количественные, но и качественные изменения, трудности возрастают во много раз. На настоящей стадии переход к таким частотам для первых образцов машин, безусловно, нецелесообразен.

Для макета принята двоичная система счета. Она требует меньшего количества элементов, чем десятичная (примерно в три раза), и, кроме того, весьма существенно упрощает операции умножения и деления (так как отсутствует таблица умножения). При троичной системе счета количество элементов получается примерно таким же, что и при двоичной, однако для производства операций троичная система менее удобна, чем двоичная. [...] Все числа изображаются двумя цифрами "1" и "0", что очень удобно для представления их в электрических схемах: наличие сигнала в какой-либо цепи означает цифру "1", отсутствие сигнала (или сигнал другого знака) означает цифру "0". Для представления чисел имеется 16 разрядов, 17-й разряд используется для представления знака числа: код "0" означает положительный знак, код "1" – отрицательный знак.

В макете выполняются операции сложения, вычитания, умножения, деления, сдвига числа на заданное количество разрядов вправо или влево, сравнение двух чисел с учетом их знаков, сравнение двух чисел по абсолютной величине. [...] Намечено расширение выполняемых операций, что предусмотрено в конструкции макета (до 16 опер.) [...] Для запоминания исходных данных и промежуточных операций вычислений имеются запоминающие элементы, выполненные на триггерах: для чисел 31 блок, для запоминания команд 63 блока. Это соотношение выбрано на основании программирования ряда задач. Команды задаются в виде определенных кодов, выбрана трех-адресная система кода команд. Первые четыре разряда кода команды определяют ту операцию, которая должна быть выполнена на машине – код операции. Четыре разряда дают возможность получить 16 комбинаций кода, т.е. выбрать одну из 16-ти операций. Следующие пять разрядов кода команды дают номер ячейки памяти, из которой должно быть взято первое число (первый адрес). Пять разрядов дают возможность получить 32 комбинации кода, т.е. выбрать одну из 31 ячейки памяти для чисел. Следующие пять разрядов дают номер ячейки памяти, из которой должно быть взято второе число (2-й адрес). Последние 6 разрядов кода команды дают номер ячейки памяти, куда должен быть направлен результат (3-й адрес) после выполнения над обоими числами операции, указанной в коде операции.

Выбор трехадресной системы команд дает существенную экономию количества запоминающих ячеек для кодов команд по сравнению с одно-

адресной системой. Арифметические действия производятся единым универсальным арифметическим устройством (АУ), выполненным на триггерных ячейках. Но существующие системы счетчиков позволяют переносы производить лишь последовательно, что может сильно затянуть операцию сложения. Для сокращения операции сложения, которая является базовой и для всех остальных действий, предусмотрена специальная схема АУ, позволяющая осуществлять переносы в старшие разряды сразу, куда следует, а не последовательно. Такое решение позволило создать универсальный арифметический элемент (АЭ), пригодный для производства всех выбранных операций. Отрицательные числа при сложении представляются обратным кодом. Преобразование прямого кода в обратный в случае прибавления отрицательного числа производится непосредственно в АУ, точно так же производится преобразование обратного кода суммы в прямой код (отрицательное значение суммы) при передаче ее из АУ на запоминание. Операция вычитания при подобном представлении кодов чисел производится точно так же, как и сложения, необходимо лишь изменить код знака у вычитаемого на обратный. [...]

Для машины выбрана пониженная частота работы. Передача кодов чисел происходит с частотой 5000 импульсов в секунду, т.е. передача одного числа занимает 3,4 мсек. Полное время одного цикла, включающего прием двух чисел из памяти, производство операций с ними, передача результата на запоминание и прием следующей команды составляет 11,6 мсек для всех операций, кроме деления, которое занимает 2 цикла, т.е. 23,2 мсек. Таким образом, машина позволяет производить около 6000 операций в минуту. После окончания изготовления устройства магнитного запоминания ввод исходных данных будет автоматически производиться с магнитной ленты. Точно так же полученные результаты будут записываться на магнитной ленте. Печать результатов с магнитной ленты будет производиться специальными устройствами, не связанными с общей работой электронной машины.

Контроль правильности проведенных вычислений реализуется путем соответствующего программирования решаемых задач и никаких специальных устройств для этой цели не предусматривается. Для определения неисправности отдельных элементов машины должны быть разработаны специальные программные тесты. Кроме того, предусмотрено переключение на ручную или полуавтоматическую работу. В режиме "ручной" работы можно проследить исправность действия всех элементов машины. При полуавтоматической работе машина останавливается после каждого такта работы и, таким образом, позволяет быстро произвести опробование отдельных элементов. Общее количество электронных ламп составляет около 3500 триодов и около 2500 диодов, суммарная потребляемая мощность около 15 кВт [10].

Но обратимся к собственноручным записям Сергея Алексеевича, в которых он скупно описывает этапы создания первой ЭВМ и некоторые проблемы, встретившиеся на пути к осуществлению его замысла. И, действительно,

в условиях первых послевоенных лет в полуразрушенном Киеве каждый незначительный вопрос, связанный с материализацией идеи ЭВМ, перерастал в проблему: то ли "выбить" помещение, достать кабель, несколько тысяч электронных ламп, то ли убедить руководство о необходимом финансировании. Активное содействие вице-президента АН УССР М.А. Лаврентьева было всегда кстати! И вот за чертой города (в 15 км), в помещении бывшего монастыря в Феофании восстанавливается подходящее здание.

Итак: "Для информации совета по координации АН СССР посылаю записку о работах в области быстродействующих электронных счетных машин, составленную мною по просьбе президента АН УССР А.В. Палладина и главного ученого секретаря АН УССР И. Т. Швеца. [...]"

Быстродействующими электронными счетными машинами я начал заниматься в конце 1948 г. В 1948-49 гг. мною были разработаны основные принципы построения подобных машин. Учитывая их исключительное значение для нашего народного хозяйства, а также отсутствие у нас в Союзе какого-либо опыта по их постройке и эксплуатации, мною было принято решение как можно быстрее создать малую электронную счетную машину, на которой можно было бы исследовать основные принципы построения, проверить методику решения отдельных задач и накопить эксплуатационный опыт. В связи с этим было решено первоначально создать действующий макет машины с последующим его переводом в малую электронную счетную машину. Для ускорения работы была принята ориентировка на элементы, проверенные в других отраслях техники, а также введен ряд упрощений, ускоряющих изготовление макета и его наладку (уменьшенное количество разрядов, пониженная скорость работы, ограниченное количество операций и т.п.)

При проектировании макета отсутствовали элементы, позволяющие создать надежное запоминающее устройство с большим объемом запоминаемых чисел. Чтобы не задерживать разработку, решили выполнить запоминающее устройство на триггерных ячейках, что ограничило емкость ЗУ. Разработка основных элементов была проведена в 1949 г. Успешному развитию работ препятствовало отсутствие помещения и достаточного количества сотрудников. Лишь после окончания восстановления здания в Феофании и его освоения (июль 1949 г.) работа пошла значительно плодотворнее. К концу 1949 г. была разработана общая компоновка машины и принципиальные схемы отдельных ее блоков. В первой половине 1950 г. были изготовлены отдельные блоки и приступили к их отладке во взаимосвязи. К концу 1950 г. отладка созданного макета была закончена. Действующий макет успешно демонстрировался комиссии" [...]"

"В январе 1951 г. я постановлением Совета Министров СССР был назначен главным конструктором по разработке эскизного проекта быстродействующей цифровой счетной машины, разработка которого была поручена Институту точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) АН

СССР. Параллельно с изготовлением макета в Киеве шла разработка эскизного проекта в Москве с экспериментальной проверкой основных принципиальных узлов. В основу эскизного проекта была положена структурная схема макета с небольшими изменениями, выявившимися в процессе разработки макета и эскизного проекта. Совместная работа с ИТМ и ВТ позволила также значительно форсировать наладку и пуск макета. Эскизный проект был закончен в 1-м квартале 1951 г. В 1951 г. была также поставлена задача перевести разработанный макет в малую счетную машину, для чего в первую очередь должны быть добавлены вводные и выводные устройства и расширена емкость ЗУ. Это предполагалось осуществить путем магнитной записи электрических импульсов. Соответствующая работа проводилась в Институте физики АН УССР и должна была быть закончена к началу 1951 г., но до сего дня (15.04.1951 г. – прим. автора) не закончена.

В связи с задержкой работ по магнитной записи было принято решение осуществить электрооптическую запись результатов вычислений. Эта работа была успешно выполнена ИТМ и ВТ в 1-м квартале 1951 г.; установка включена в работу. [...] Точно также ИТМ и ВТ создало устройство для ввода исходных данных с перфокарт, которое включается в работу. Для расширения емкости ЗУ разработаны блоки постоянных команд и чисел: не требуя большого количества электронных ламп, они существенно расширяют ЗУ. Изготовление их выполнено в 1-м квартале 1951 г., в настоящее время заканчивается их наладка. Следует отметить, что при своевременном окончании работ по магнитной записи большая часть работ, проведенных в первом квартале, была бы необязательна.

Наличие ввода исходных данных, печатание результатов вычислений и расширение объемов ЗУ позволяют использовать разработанную машину для выполнения ряда практических задач. К этому и приступила лаборатория во втором квартале 1951 г.: ввод данных с перфокарт, печать – электрооптическое устройство, система двоичная, скорость – 20 чисел в сек. Контроль осуществляется системой программирования. Опыт наладки макета и, хотя и небольшой, опыт его эксплуатации показали, что положенные в основу его построения принципы полностью себя оправдали. Уже в настоящее время на машине можно решать довольно широкий круг задач. В качестве одной из задач намечено провести расчеты траектории снарядов. Такая задача решалась в ИТМ и ВТ уже в течение 2-х лет и еще далека от завершения. На машине эту задачу можно будет решить в течение 1-2 месяцев. После введения в эксплуатацию магнитной записи намечено провести решение ряда задач, связанных с реактивной техникой. Наличие электронной счетной машины позволяет совершенно по-новому подойти к решению многих практических задач, т.к. трудности счета практически снимаются.

Помимо решения отдельных практических задач макет предназначенся, в основном, для экспериментальных исследований. В разработке макета принимал участие весь коллектив лаборатории моделирования и регулирова-

ния Института Электротехники АН УССР, а также группа сотрудников ИТМ и ВТ АН СССР, прикрепленных к Институту Электротехники. Разработка аппаратуры магнитной записи производится лабораторией член-корр. Харкевича в Институте Физики АН УССР. А по программированию и решению задач активное участие принимает Институт Математики АН УССР".

Подпись: С.А. Лебедев [11].

Появление ЭВМ привлекло внимание научной общественности страны. В фонде сохранился акт о фиксировании работ по "макету" от 05.01.1951 г., а также список ученых и специалистов, присутствовавших на демонстрации возможностей принципиально нового аппарата математических исследований 10 – 11 мая 1951 года. Сохранились личные подписи присутствовавших (инициалы не указаны): Келдыш, Лоскутов (мин. маш. и приоб.), Базилевский Ю.Я. (СКБ-245), Семендяев (Ин-т мат. АН СССР), Игнатъев (воен. мин. в/ч 51011), Боголюбов (Ин-т мат. АН СССР), Попов, Астафьев (мин. п-ти средств связи), Тихонов [12].

1951 год был особенно напряженным в связи с назначением Сергея Алексеевича (с марта 1950 г.) заведующим новой лабораторией ИТМ и ВТ (Москва), проектировавшей быстродействующую машину "БЭСМ". Какие же работы проводились в Киеве в течение 1951 года? Об этом повествует доклад, подписанный С. А. Лебедевым, Л. Н. Дашевским, Е. А. Шкабарой:

"... В машине необходимо было произвести ряд дополнительных работ и ввести в действие ряд новых узлов. 1. Был увеличен объем запоминания путем введения систем постоянных чисел и команд. 2. Для облегчения и упрощения программирования введены новые специальные операции, не предусмотренные в схеме макета – сложение команд, передача управления при переходе с основных программ на подпрограммы и др. 3. Для увеличения точности вычислений добавлено устройство округления результата. 4. Введено устройство для автоматической записи результатов, так как имевшееся визуальное наблюдение предназначалось только для отладочных и проверочных работ. 5. Автоматизирован ввод в машину исходных данных, осуществлявшийся вручную при помощи телеграфных ключей. 6. Введено автоматическое регулирование напряжения источников питания машины. 7. Заменена часть блоков, показавших недостаточную надежность, а также установлены новые блоки, связанные с введением специальных операций.

Изменилась общая блок-схема машины: она состояла в введении постоянных чисел и команд и в некотором изменении системы управления коммутаторами чисел и команд. Управление коммутаторами может осуществляться от двух систем управления: от блоков УКК или УМК. Переход на два управления вызван необходимостью введения самостоятельного управления, связанного с выполнением сложных программ, при которых необходимы переходы от основной программы на подпрограмму и обратно. Переход из одного управления на другое выполняется с помощью блока УК, в который внесены ряд существенных изменений. Для расширения объема запоминания преду-

смотрено использование постоянных чисел и команд, которые устанавливаются перед началом работы и не изменяются в течение решения данной задачи. Кодовые шины чисел КШ и команд КШК объединены в общую систему кодовых шин (КШ), что дает возможность производить арифметические операции с командами и унифицировать передачу кодов на систему магнитного запоминания. В машине осуществлено также некоторое изменение схем отдельных блоков. В связи с перечисленными дополнениями технические данные машины изменились: количество оперативных элементов (ячеек – прим. авт.) для чисел – 31, для команд – 63; постоянных элементов для чисел – 31, для команд – 63. В число операций включены сложение команд, передача управления и пр. Возможна работа на двух программах. При умножении имеется округление результата, максимальная ошибка не превосходит при этом 2^{-17} .

Постоянные числа и команды: предусмотрена возможность одновременного использования в расчетах как оперативных (изменяющихся) чисел и команд, так и постоянных. Для этого имеются специальные коммутаторы чисел КПЧ и команд КПК. Управление коммутаторами постоянных чисел и команд осуществляется от оперативных коммутаторов чисел ЦК и команд КК. Переход к постоянным командам или к оперативным может быть осуществлен с одновременным изменением управления (от УМК к УКК или наоборот). КПЧ и КПК имеют системы вертикальных и горизонтальных шин, переключаемых между собой при помощи штекерных соединений через диоды. Коды устанавливаются при помощи замыкания соответствующих вертикальных шин с горизонтальными. Последние соответствуют числу выходов ЦК и КК (31 и 63), каждая из них подключена к выходной цепи оперативных коммутаторов. Число вертикальных шин равно числу разрядов чисел и команд (17 и 20). Импульсы, возникающие на них, поступают на блоки запоминания (триггерные регистры – прим. авт.) постоянных чисел и команд БЗКПЧ и БЗКПК и устанавливаются в этих блоках. Из них коды передаются на АЭ (числа) или на блок запоминания команд (команды) и управляют действием машины на протяжении данного цикла. Для перехода к постоянным или оперативным командам предусмотрена операция "передача управления", арифметические операции выполняются только с оперативными командами.

Округление результата: при умножении двух 16-ти разрядных чисел точный результат в общем случае занимает 32 разряда. Так как система запоминания чисел 16-ти разрядная, то в качестве результата умножения используются только первые 16 разрядов произведения, остальные отбрасываются. При этом получается отрицательная ошибка (в сторону заниженных значений). Если при каждом умножении к 17-му разряду произведения добавлять единицу, то средняя погрешность будет составлять 2^{-33} , т.е. изменит знак и уменьшится до весьма малого значения. Поэтому после окончания умножения добавляется единица в первый отбрасываемый разряд произведения и осуществляется округление.

Программы: Для решения задач на машине, а также для испытаний как всей машины в целом, так и ее отдельных узлов, должны быть составлены соответствующие программы, включающие указания о порядке следования и содержании команд. Команда состоит из 20-ти разрядов, разделенных на 4 адреса:

а – нулевой (с № 17 по 20), содержит код операции, которую должна произвести машина;

б – первый адрес (с № 12 по 16) содержит номер ЭЗ, из которого берется первое число, в том числе – первое сравниваемое число или число, которое добавляется к команде;

в – второй адрес (с № 7 по 11) содержит номер элемента ЭЗ чисел, из которого берется второе число, при сложении команд в нем коды отсутствуют;

г – третий адрес (с № 1 по 6) содержит номер ЭЗ чисел, куда направляется результат вычислений, при операции сравнения в нем указывается номер команды, к которой нужно перейти, если первое число равно или меньше 2-го (если оно больше второго – идет следующая по номеру команда). При сложении команд в нем указывается номер оперативного ЭЗК, в котором расположена подлежащая изменению команда. В этот же ЭЗК направляется результат сложения – новая команда.

Кроме указаний о командах программа должна содержать значение исходных данных и указания, в каких ЭЗ они должны быть расположены. Должно быть также указано, следует располагать исходные данные в постоянных ЭЗ или в оперативных. Кроме того, указывается, нужно ли освободить от кодов (установить в нулевое положение) оперативные ЭЗ, используемые в программе, в которых начальные данные не устанавливаются. Правильность расчета легко проверяется, так как $A_n = n^2 \dots$

Для проверки надежности работы отдельных элементов сумматора, отдельных блоков ЭЗ, проверки работы машины при разных типах операций применяется универсальная контрольная программа.... При помощи такой (тестовой – прим. авт.) программы можно легко проверить работу всех ЭЗ, сумматора и схем управления в разных операциях. По более сложным тестам осуществлялось автоматическое изменение слагаемых, чем достигнута автоматическая проверка всех разрядов сумматора и используемых ЭЗ.

Решение реальных задач: ... Была решена задача, имеющая большое значение для промышленности и военной техники и заключающаяся в составлении таблиц значений функции:

$$P = \sum_{k=0}^{[n/p]} (-1)^k \cdot \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-kp+1)}{(n+1)(n+2)\dots(n+kp)},$$

определяющей вероятностью разности, равной P (при заданной метрике) между двумя замерами при n выборках. Было подсчитано 585 значений P для n от 35 до 100 с точностью до единицы четвертого знака. При вычислениях на машине производился контроль правильности получаемых результатов.

Еще одной весьма важной из числа задач, ставившихся на машине, была задача определения функции:

$$X = \operatorname{tg} X/N$$

для N , изменяющегося в пределах от 1 до 10 через 0,001. Вычисления производились методом последовательных приближений.” [13]

О существенном вкладе в развитие отечественной вычислительной техники, состоящем в создании наиболее современного вида быстродействующих вычислительных аппаратов, свидетельствуют отзывы.

Отзыв действительного члена АН УССР Б. В. Гнеденко:

”В связи с разработкой метода проверки однородности статистического материала и доведением его до возможности практического, в том числе и инженерного использования, нам потребовалось произвести вычисление таблиц одной сложной функции, зависящей от двух параметров. Табулирование этой функции необходимо, в частности, для целей обнаружения разладки станка при изготовлении массовой или крупносерийной продукции, а также для решения некоторых артиллерийских задач. Для производства необходимых вычислений обычными методами с точностью до четвертого знака потребовалась бы работа опытного вычислителя по меньшей мере в течение двух месяцев непрерывной работы. При этом для получения гарантии в правильности вычислений пришлось бы, по крайней мере, выборочно произвести контрольные вычисления.

Вычисления, произведенные на малой электронной счетной машине, были закончены в течение двух с половиной часов. Точность таблиц была проверена выборочными вычислениями, а также сравнением с уже готовыми таблицами для малых значений параметра. Эта проверка позволяет гарантировать абсолютную точность первых трех знаков, и расхождения возможны лишь на одну единицу четвертого знака. Создание советских электронных счетных машин, несомненно, представляет собой одну из самых первоочередных и важнейших задач вычислительной техники. Многие практически важные решения без них не могут быть табулированы и, следовательно, получить практическое использование. Уже изготовленный экземпляр малой электронной счетной машины показывает, что она способна быстро и надежно производить сложные вычисления, а также решать обыкновенные дифференциальные уравнения. Считаю, что создание малой электронной счетной машины представляет собой выдающийся вклад в развитие советской вычислительной техники, так как дает принципиальное решение по конструированию любых машин такого рода, дает возможность быстро и на-

дежно решать многие практически важные задачи с вполне достаточной степенью точности”.

Отзыв ст. научн. сотр. Лаборатории Техники Высокой Частоты, канд. техн. наук И. В. Акаловского:

“Для расчетов ламповых триодных генераторов необходимо было произвести большой объем вычислительных работ. Нужно было подсчитать около 850 значений функции, выражаемой некоторым определенным интегралом. Подсчет указанных функций является весьма трудоемким, и при ручном выполнении требовал бы около 2,5 человеко-месяцев. Мы обратились в лабораторию № 1 Института Электроники АН УССР с просьбой выполнить расчеты на электронной счетной машине. Расчеты были выполнены с точностью до единицы четвертого знака и заняли около 4-х часов машинного времени. Огромное значение автоматизации вычислительной техники очевидно.

Счетные электронные машины – наиболее современный вид быстродействующих вычислительных аппаратов – обладают значительными преимуществами перед другими видами счетных устройств в отношении точности расчетов и универсальности. Малая электронная счетная машина, на которой были получены указанные результаты, несмотря на ограниченный объем системы запоминания, может быть использована для решения ряда актуальных задач для нужд науки, промышленности и военной техники. Созданием электронной машины сделан существенный вклад в развитие отечественной вычислительной техники”. [14]

Осознавая важность своей машины для выполнения государственных заданий в области развития прогрессивных направлений науки и техники, С.А. Лебедев форсирует работы по улучшению характеристик малой ЭВМ (МЭСМ) и разработке БЭСМ (с 1951 года он назначается ее главным конструктором), сочетая эти работы с энергичной организационной и педагогической деятельностью. Его заботами расширяется группа аспирантов, организовывается кафедра вычислительной техники МФТИ.

Итак, по МЭСМ:

Научно-технический отчет по теме *“Разработка и исследование быстродействующей электронной счетной машины”*, директор института А.Д. Нестеренко, зав. лабораторией С.А. Лебедев, ст. научный сотрудник Л.Н. Дашевский. Киев, 1952 г.

В процессе эксплуатации МЭСМ были определены некоторые дополнительные требования к управлению, что вызвало ряд схемных и конструктивных изменений, не отраженных в опубликованном описании машины. Возникла необходимость систематизации исходных условий для программирования задач, связанных с использованием магнитной записи ряда вспомогательных операций. Поэтому в 1952 году внесены существенные изменения в схему управления операцией деления, разработан новый сумматор, также параллельного типа, но разрешающее время триггеров на лампах 6Н8 позволило увеличить рабочую частоту до 10–15 кГц. Однако ряд других

элементов схемы не позволили значительно повысить быстродействие машины. Была также изменена схема вывода результатов.

Технические характеристики машины:

1. При сохранении двоичной системы машина располагает 20-ю разрядами кода числа и одним для знака.
2. Ранее была предусмотрена возможность фиксирования запятой в любом месте. Произвольный выбор ее места привел к усложнению ряда операций (необходимость перехода на местное управление при делении, изменение места вывода результата при умножении и пр.). При программировании ряда задач выяснилось, что наиболее удобным является расположение запятой перед старшим разрядом, что и было реализовано.
3. Система команд трехадресная, число разрядов штекерных команд ШК для кода операции и трех адресов равно 20, число разрядов электронных команд ЭК – 21.
4. В машине две системы управления командами: центральное и местное управление. При переходе с центрального на местное управление, на центральном сохраняется номер команды, на которой был осуществлен переход. При возврате на центральное – работа продолжается со следующей по номеру команды. Переход же на местное управление сопровождается указанием номера команды, с которой следует продолжать работу.
5. Количество ШК – 62, одна команда № 63 – для останова. Количество ЭК – 63 (на 1 января 1953 года 30 электронных команд). Набор операций: 1 – сложение, 2 – вычитание, 3 – умножение, 4 – деление, 5 – сравнение, 6 – сравнение по модулю, 7 – резервная операция, 8 – останов, 9 – подготовка обмена кодами, 10 – обмен кодами, 11 – передача управления, 12 – сложение команд, 13 – умножение без округления, 14 – ввод команд, (служит для передачи команды из штекерной системы в электронную – прим. авт.), 15 – резервная операция.
6. Количество штекерных чисел ШЧ – 30, электронных чисел ЭЧ – 31. ЭЧ № 31 служит только для печати результатов расчетов в десятичной системе.
7. Магнитный барабан состоит из 30 дорожек, на каждой из них – 150 кодов чисел или команд (всего 4500 кодов).
8. Сумматор дает возможность увеличить частоту работы, но исследования работы отдельных элементов показали, что для этого потребуется существенная реконструкция машины. Было достигнуто незначительное повышение частоты до 6–7 кГц. [15]

Лично для С.А. Лебедева разработка МЭСМ носила лишь экспериментальный характер и явилась необходимым предварительным этапом – первой очередью создания быстродействующей электронной счетной машины БЭСМ, в которой реализовались параллельные выборка и обработка кодов. Технические характеристики МЭСМ были выбраны с учетом именно этого ее назначения. На них наложили свой отпечаток также условия разработки,

элементно-конструктивная техническая база того времени и крайне сжатые сроки изготовления машины. В процессе создания МЭСМ разрабатывались, монтировались и опробовались быстродействующие устройства и узлы будущей БЭСМ, монтаж и отладка которой были завершены в 1953 году в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР с участием киевского коллектива сотрудников. Машина тотчас же была подключена к решению важнейших научно-технических задач. В момент ввода ее в эксплуатацию и в течение нескольких последующих лет БЭСМ с быстродействием 8 тысяч операций в секунду, электроннолучевым типом ОЗУ емкостью 1024 слова, представлением чисел с плавающей запятой разрядностью 39 двоичных знаков и внешним ЗУ на магнитных лентах и магнитных барабанах была самой быстродействующей машиной в Европе. Многие задачи, считавшиеся ранее неразрешимыми из-за весьма большого объема вычислений, легко решалась на БЭСМ.

Широкое экспериментирование, связанное с обработкой и практическим опробованием узлов создаваемой новой мощной ЭВМ БЭСМ, проводилось на основе исследования новых быстродействующих систем элементов, то есть исследований в области, сделавшейся впоследствии самостоятельным научным направлением. Отчет по теме: *"Разработка систем быстродействующих электронных автоматических устройств"*, руководитель работы С.А. Лебедев, исполнитель – инженер Н.П. Похило, Киев – 1951 г. В работе исследован статический симметричный триггер, работающий в статическом режиме и использованный в качестве импульсного реле, для чего построена специальная экспериментальная установка. Проведенные исследования качественного влияния различных факторов на свойства триггера позволили уяснить характер и знак этого влияния [16].

Научный отчет по теме *"Разработка и исследование элементов и аппаратуры для быстродействующих устройств"* (Руководитель С.А. Лебедев, к.т.н. Л.Н. Дашевский, к.т.н. З.Л. Рабинович; исполнители: инженеры В.В. Крайницкий, И.П. Окулова, аспирант А.И. Кондалев, ст. техник И.Т. Пархоменко, ст. механик А.Г. Семеновский. Киев, 1953 г.) дает описание разработанных двойных магнитных головок. По сравнению с одинарными, они значительно сокращают время выборки кодов, вертикальных скоростных барабанов для фиксации импульсных кодов и схем записи и воспроизведения импульсов. Первые результаты исследования кристаллических детекторов (диодов) в схемах электронной автоматики и диодного коммутатора на их базе (дешифратора – прим. автора) получены А.И. Кондалевым [17].

Разработке и исследованию элементов и узлов быстродействующих счетно-решающих машин с применением магнитных и кристаллических устройств посвящена работа, выполненная в 1954 году. Руководитель темы С.А. Лебедев, зав. лабораторией №1 Г.К. Нечаев, Исполнители: ст.н.с. Е.А. Шкабара, мл.н.с. З.С. Зорина, ст. инж. М.М. Пиневиц, техник А.Г. Семеновский. В работе исследовано действие устройств фиксации на магнитных

элементах при частоте следования кода 5 кГц, разработанных в ИТМ и ВТ. Лабораторией № 1 разработаны и изготовлены схемы управления этими элементами и система динамической индикации кодов, циркулирующих в магнитных регистрах. Разработана общая схема подключения (стыковки) магнитных устройств к системе МЭСМ. Итоги разработки и исследования элементов схем на кристаллических триодах представлены в диссертационной работе аспиранта А.И. Кондалева *"Исследование элементов быстродействующих устройств на кристаллических диодах и триодах"*. В работе изучены и представлены характеристики кристаллических триодов, характеристики функционирования их в схеме триггера [18].

Следует отметить, что, кроме приведенных работ, под руководством Сергея Алексеевича выполнено еще несколько научных тем, связанных с исследованием и разработкой перспективных элементных структур для быстродействующих ЭВМ [1, 3].

Сергей Алексеевич всеми своими замыслами был устремлен в будущее, огромное внимание он придавал разработке перспективной элементной базы будущих поколений ЭВМ. В этом плане представляет интерес выполненная в 1955 году тема, характеризующая сферу интересов С.А. Лебедева на заключительном этапе киевского периода деятельности.

Отчет по теме: *"Разработка и исследование элементов счетно-решающих машин с применением магнитных и кристаллических устройств"*. Руководители: С.А. Лебедев, к.т.н. Г.К. Нечаев. Исполнители: к.т.н. Б.Н. Малиновский, к.т.н. А.И. Кондалев. Киев – 1955 г. ... "В настоящее время быстродействующие ЭВМ широко применяются для различных инженерных расчетов, научных исследований, целей статистического учета. Но кроме этих областей, ЭВМ начинают использоваться для управления производственными процессами, автоматизированными линиями, цехами, заводами, энергосистемами, а в некоторых случаях, и уникальными станками. Поэтому возникла острая проблема надежности работы ЭВМ".

"...Электронные лампы, являющиеся их основными элементами, являются в то же время наименее надежными приборами из всех элементов машин. Поэтому в настоящее время стоит задача поднять надежность ЭВМ путем замены электронных ламп элементами повышенной надежности. Такими элементами могут считаться кристаллические триоды, импульсные трансформаторы, дроссели насыщения и др. Так, срок службы современных кристаллических триодов составляет 90 тысяч часов, а лучших образцов электронных ламп – не более 10 тысяч часов. К тому же они отличаются весьма малым энергопотреблением. Их применение для построения элементов быстродействующих счетных устройств (триггер, формирователь, генератор и др.) позволяет получать простые, малогабаритные и весьма надежные схемы. А магнитные элементы (дроссели насыщения, импульсные трансформаторы и пр.) в схемах с кристаллическими триодами позволили создать схемы, обладающие рядом специфических свойств, как, например, динамический триггер

гер, генератор, формирователь и др. Схема динамического триггера выгодно отличается от других схем своей простотой, а генератор и формирователь оказались весьма надежными и удобными элементами. Хотя разброс характеристик триодов выпуска 1955 г. значительно меньше, чем у первых выпусков, но еще велик. И это чрезвычайно затрудняет их широкое применение" ...[19]

И, наконец, завершающей киевский цикл работ С.А. Лебедева является тема: *"Разработка и исследование специализированной электронной счетной машины СЭСМ-1"*. Руководители темы С.А. Лебедев, З.Л. Рабинович, ответственный исполнитель Р.Я. Черняк. Киев, декабрь 1955 г.

Вопрос о создании специализированной машины для решения систем линейных алгебраических уравнений с большим числом неизвестных был поднят Математическим институтом имени Стеклова АН СССР в 1936 году. Требования, предъявленные к машине, были опубликованы в журнале "Успехи Математических Наук" (1936 г., вып. 2, стр. 266–267). При этом предполагалось достичь возможности решения систем линейных алгебраических уравнений с числом неизвестных не менее двадцати. Однако осуществить идею такой машины на базе существующих технических средств не представлялось возможным. Реализовать такую возможность оказалось вполне допустимым и технически оправданным лишь на базе применения цифровой электронной техники.

В то же время решать системы линейных алгебраических уравнений (тем более, с большим числом неизвестных) на ЭВМ класса универсальных машин нецелесообразно, так как процесс решения в этом случае занимает много машинного времени. Универсальная машина эксплуатировалась бы весьма непроизводительно в силу специфических особенностей процесса решения таких уравнений.

Машина СЭСМ-1 оказалась эффективным инструментом для использования при решении задач такого класса, при этом фактически была достигнута возможность решения корреляционных задач и систем линейных алгебраических уравнений с числом неизвестных до 480 [20].

Заключение

Итак, очевидное свидетельство изученных архивных материалов, доступных для вовлечения в научный оборот, достаточно полно раскрывает механизм творческого поиска великого ученого при практической реализации выношенной им концепции универсального преобразователя информации. Действительно, уже по состоянию на 6 ноября 1950 года машина Лебедева обладала системой команд, задающей алгоритмически полный язык. Любой алгоритм мог быть представлен машиной в виде конечного набора выполняемых программ, поскольку в набор команд были включены операции "сравнения" (с функцией условного перехода), "пересылки", выполняемой с

помощью операции сложения, "переадресации", выполняемой специальными приемами (или сложением команд), "останова" [21].

Дальнейшие годы напряженного труда и поисков были связаны с широким экспериментированием. Умело организованное тесное сотрудничество коллективов двух первых в стране (Киевской и Московской) лабораторий в области разработки и исследования ЭВМ приняло форму параллельного выполнения интенсивных работ как по непрерывному совершенствованию действующей в Киеве МЭСМ (с попутным использованием ряда государственных заданий, требовавших больших прикладных расчетов и математических исследований), так и по форсированию процесса разработки Московской БЭСМ. В основу проектировавшейся БЭСМ положена структурная схема "киевской машины", представлявшей, к тому же, широкие возможности экспериментальной отработки и практического опробования принципиальных узлов создаваемой новой мощной машины БЭСМ, которая стала одной из лучших ЭВМ в мире [1, 2].

Примерно в течение 2-х лет МЭСМ была единственной действующей машиной в СССР. На ней отрабатывались приемы и методы программирования, совершенствовались языки ЭВМ и их программное обеспечение, включая тестовые программы. Без преувеличения можно утверждать, что Киевский период деятельности академика С.А. Лебедева и его лаборатории, сделавшейся центром зарождения вычислительного дела в стране, – очень важный этап истории отечественной машинной информатики, связанный с разработкой основ теории ЭВМ, теории вычислительных процессов и начальных методов программирования.

Заложенное Сергеем Алексеевичем и ставшее традиционным сотрудничество между Институтом Кибернетики АН УССР, ведущим свою родословную из лаборатории Лебедева, и ИТМ и ВТ АН СССР явилось источником мощных технических концепций, каждая из которых становилась событием в истории отечественной ВТ. Так, развивавшаяся киевскими кибернетиками с начала 60-х годов идея алголоподобной архитектуры ЭВМ нашла блестящее воплощение в многопроцессорных комплексах серии "Эльбрус" (принципиальные исходные положения которых разработаны Сергеем Алексеевичем), завершающих знаменитую серию его машин МЭСМ, БЭСМ, М-20, М-220, БЭСМ-6.

Несомненным является и то, что С.А. Лебедев, не имея сведений об одновременно разрабатывавшихся за рубежом ЭВМ "неймановского типа", пришел самобытным путем к концепции универсальной ЭВМ. Более того, эта концепция была практически воплощена в МЭСМ на два года раньше, чем сам Дж. Нейман построил свою первую машину ЭДВАК (США, 1952 г.). К тому же принципы Лебедева явились шагом вперед по отношению к одновременно создававшимся американским разработкам, представлявшим собой машины последовательного действия (СЕАК, БИНАК, ЭДВАК). Реализованный в машине Лебедева с самого начала параллельный сумматор с ориги-

нальной цепочкой "сквозных переносов" обеспечил параллельный метод обработки кодов, принятых в современных ЭВМ. В отличие от неймановских принципов, машины Лебедева содержали элементы дальнейшего развития, такие как зачатки децентрализации управления и асинхронной организации вычислительного процесса, реализации встроенных процедур, в том числе операций над массивами и пр. [1, 2].

Подводя итог проведенному исследованию, следует отметить, что именно киевский период деятельности академика Сергея Алексеевича Лебедева принес ему заслуженную славу основоположника новой области техники и новой сферы человеческой деятельности в СССР – современной вычислительной техники и машинной информатики, славу одного из основоположников научно-технической революции в СССР. Наступила пора изучить, глубоко осознать и эффективно использовать в практике те действенные механизмы творческого поиска, которые вывели в те годы нашу электронную вычислительную технику на уровень мировых стандартов.

Литература и источники

1. Хоменко Л.Г. История отечественной кибернетики и информатики / Хоменко Л.Г. – К.: Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины, 1998. – 455 с.
2. Хоменко Л.Г. Основные этапы разработки и пуска МЭСМ / Хоменко Л.Г. // Управляющие системы и машины. – 1976. – № 6. – С. 6.
3. Лебедев С.А. Библиография ученых Украинской ССР. – Киев: Наукова думка, 1978. – 38 с.
4. Лебедев С.А. Модель сетей переменного тока системы ВЭИ / Лебедев С.А. // Электричество. – 1936. – № 12. – С. 4–9.
5. Лебедев С.А. Исследование искусственной устойчивости / Лебедев С.А. // Устойчивость электрических систем и динамические перенапряжения. – М. – Л., 1940. – С. 5–99.
6. Пухов Г.Е. Аналоговая вычислительная машина / Пухов Г.Е. // Энциклопедия кибернетики. – Т. 1. – Киев: АН Украинской ССР. – 1974. – С. 118 – 122.
7. Технический отчет по теме "Динамический стенд". Руковод. Лебедев С.А., исп. Дашевский Л.Н., Рабинович З.Л., Черняк Р.Я.. Киев, 1950. – Архив Института электродинамики АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 89, с. 2 - 17.
8. Архив Института Электродинамики АН УССР, ф. 1, оп. 1, д. 1, с. 2 - 5.
9. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 89, с. 437.
10. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 348, с. 2-97.
11. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 223, с. 15-19.
12. Архив ИЭ АН УССР, инв. № 2, с. 22.
13. Архив ИЭ АН УССР, инв. № 4, с. 16 - 33.
14. Архив ИЭ АН УССР, инв. №4, дело 240, с. 55-57

15. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 445, с. 1-48.
16. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 440-441, с. 2-10
17. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 449, с. 2-8
18. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 456, с. 2-20
19. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 458, с. 2-30.
20. Архив ИЭ АН УССР, ф. 1, оп. 2, д. 459, с. 2-50.
21. Основные этапы разработки и пуска МЭСМ // Управляющие системы и машины – 1976. – № 6. – С. 6.