

Б. Н. Малиновский

---

ИСТОРИЯ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ  
ТЕХНИКИ  
В ЛИЦАХ

## Annotation

Книга посвящена жизни и творчеству первосоздателей отечественной цифровой электронной вычислительной техники — С.А. Лебедева, И.С. Брука, Б.И. Рамеева, В.М. Глушкова, Н.Я. Матюхина, М.А. Карцева и др. — замечательной плеяде ученых из воистину уникального многонационального созвездия мощных талантов, обеспечивших взлет важнейших направлений науки и техники в первые десятилетия после Великой Отечественной войны.

Впервые рассказывается о научных школах в области цифровой электронной вычислительной техники в годы ее становления, о результатах огромной самоотверженной работы ученых и руководимых ими коллективов по обеспечению вычислительной техникой космических исследований, атомной энергетики, ракетостроения, первоклассных систем слежения за космосом, противоракетной и противовоздушной обороны, что предотвратило сползание «холодной войны» к открытой агрессии против СССР, способствовало появлению договоров о разоружении.

Многие архивные документы, фотоиллюстрации, собранные автором, известным ученым, свидетелем и участником работ по созданию первых ЭВМ, публикуются впервые.

Для специалистов, учащихся и всех интересующихся вычислительной техникой, кибернетикой, информатикой, творческим наследием замечательных ученых, создателей первых отечественных ЭВМ.

- 
- [Малиновский Б. Н.](#)
    - 
    - [Вместо предисловия](#)
    - [От автора](#)
    - [Путь в бессмертие](#)
      - [Первое знакомство](#)
      - [Детство](#)
      - [На пути к созданию ЭВМ](#)
      - [Говорят архивы](#)
      - [Киев — родина МЭСМ](#)
      - [Творческое соперничество](#)
      - [Первый вычислительный центр](#)
      - [«Хорошая будет машинка!»](#)
      - [Послевоенный ренессанс](#)
      - [Триумф ученого](#)
      - [«Чтобы не было войны»](#)
      - [Научная школа С.А. Лебедева](#)
      - [Нет пророков в своем отечестве!](#)
    - [Главное дело жизни](#)
      - 
      - [Счастье творчества](#)
      - [Первые шаги к науке](#)

- [Тяжелое время](#)
- [Штурмуют не только крепости, но и теоремы](#)
- [Исповедь. Последний подвиг ученого](#)
- [Девять дней 1982 года](#)
- [Крутой поворот](#)
- [Руководить — значит направлять и заинтересовывать](#)
- [Героический период](#)
- [Вопреки авторитетам](#)
- [На пути к роботам](#)
- [Будущее экспериментальной науки](#)
- [Пионеры компьютеризации](#)
- [Человеческий фактор](#)
- [Что скажет история?](#)
- [Флагману кибернетики — большого плавания!](#)
- [Славная триада](#)
  - [Пионер вычислительной техники](#)
  - [ЭВМ М-1, М-2, М-3 и их создатели](#)
  - [Новое увлечение](#)
  - [Вспоминают ветераны](#)
  - [Николай Яковлевич Матюхин](#)
  - [Секреты послевоенных лет](#)
  - [Второе рождение М-3](#)
  - [Организатор компьютеростроения Беларуси](#)
  - [Опережая время](#)
  - [Последний бой...](#)
  - [Один из немногих](#)
- [Сын эпохи](#)
  - [Выдающийся талант](#)
  - [Родительские корни](#)
  - [Озарение](#)
  - [Главный конструктор «Уралов»](#)
  - [Несбывшиеся надежды](#)
- [Творец троичной ЭВМ](#)
- [Основоположник нетрадиционной компьютерной арифметики](#)
- [Советский ученый из Америки](#)
  - [У истоков развития микроэлектроники](#)
  - [Альфред Сарант — Филипп Старос?](#)
- [Что имеем — не храним...](#)
  - [Развитие компьютеростроения в СССР](#)
  - [Крестный отец компьютерной промышленности](#)
- [Вместо эпилога](#)
- [Нет ничего дороже...](#)
- [Приложения](#)
  - [Приложение 1](#)
  - [Приложение 2](#)
  - [Приложение 3](#)

- [Универсальные ЭВМ, разработанные под руководством С.А. Лебедева в московский период](#)
  - [Специализированные ЭВМ, разработанные под руководством С.А. Лебедева](#)
  - [Приложение 4](#)
  - [Приложение 5](#)
  - [Приложение 6](#)
  - [Приложение 7](#)
  - [Приложение 8](#)
  - [Приложение 9](#)
  - [Приложение 10](#)
  - [Приложение 11](#)
  - [Приложение 12](#)
  - [Приложение 13](#)
  - [Приложение 14](#)
  - [Приложение 15](#)
  - [Приложение 16](#)
  - [Использованная литература](#)
-

**Малиновский Б. Н.**

## **История вычислительной техники в лицах**

Международный благотворительный фонд истории и развития компьютерной науки и техники, автор книги выражают признательность спонсорам книги:

Президиуму Национальной академии наук Украины (президент академии Б.Е. Патон),

Государственному инновационному фонду Украины (председатель фонда В.С. Лысенко),

Институту кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины (директор В.С. Михалевич),

Совместному учебно-производственному центру КПИ и АО «Нова» (директор В. И. Маханьков),

Агенству недвижимости «ЯНУС» (генеральный директор О. И. Охтень), Ротари-клубу г. Киева, его членам:

— президенту корпорации ИТО А. Д. Савченко,

— генеральному директору Ассоциации «Укртелеком» и президенту фирмы «Зинивит» Ю. М. Зелинскому,

— директору фирмы «Фортуна Консалтинг» А. Г. Коженкину,

— правлению акционерного общества МТБ (председатель Е. Н. Дубровский),

— правлению акционерного общества «Киев-оптима» (председатель М. В. Празян),

— совету акционерного общества «Центр внедрения информационных технологий» (председатель С. В. Адаменко),

— а также руководителям фирмы «Компьютерные интеллектуальные технологии» С. С. Забаре и Л. Р. Исмагиловой за их большую помощь в издании этой книги.

## Вместо предисловия



История науки, техники, культуры, изложенная в научных трудах, была бы не такой яркой, интересной и полной, если бы не дополнялась воспоминаниями выдающихся современников, во многом определявших развитие событий своего времени.

К сожалению, лишь немногие из них находят возможность написать о себе, своей жизни и творчестве: не хватает времени, другим мешает скромность либо уверенность, что результаты творчества скажут сами за себя; вносит свою лепту и секретность — требуется время, чтобы можно было говорить или писать об участии в закрытых работах.

Создатели компьютерной науки и техники в Советском Союзе оказались в этой категории людей: ни один из них не опубликовал мемуаров. Воспоминания современников о них скудны и недоступны широкому читателю. Скромные комнаты-музеи в учреждениях, где они работали, постепенно лишаются экспонатов и внимания. Единственным местом, где имеется экспозиция о творцах первых ЭВМ, оказался Политехнический музей в Москве.

В настоящее время еще есть возможность восстановить и сохранить для истории образы замечательных творцов цифровой вычислительной техники, рассказать о выдающихся достижениях руководимых ими коллективов. Это не столько возможность, сколько долг и необходимость. «Жалкий народ, для которого не существует прошедшего», — справедливо говорил Пушкин.

Героическая эпопея становления цифровой вычислительной техники в трудные послевоенные годы является достоянием всех стран СНГ. Феномен тех лет заключается в появлении именно в то время воистину уникального многонационального созвездия ученых, обеспечивших успешное освоение космоса, атомной энергии, развитие ракетостроения, создание цифровых электронных вычислительных машин. Последнее важно подчеркнуть, поскольку выполнение крупнейших проектов И.В. Курчатова, С.П. Королева, М.П. Келдыша было бы невозможно без своевременной разработки ЭВМ.

Их создание в трудные послевоенные годы — еще один героический пример служения науке, своему народу, неотъемлемая часть послевоенного ренессанса, не нашедшая, к сожалению, должного отражения в исторической литературе. Книга «История вычислительной техники в лицах» восполняет этот пробел. Ее автор — известный ученый в области вычислительной техники, свидетель и участник самых

первых шагов ее становления и развития, имел счастливую возможность видеть и слышать замечательных ученых, о которых пишет в книге. По существу она является антологией становления и развития цифровой электронной вычислительной техники, охватывающей 50-е и 60-е годы нашего века. Насколько мне известно, это первая заслуживающая всяческого одобрения попытка обстоятельно рассказать о жизни и творчестве первосоздателей цифровой электронной вычислительной техники в СССР. Первая в континентальной Европе ЭВМ была создана в Киеве в Национальной академии наук Украины под руководством академика С.А. Лебедева. Еще в те годы ученый предлагал своим ученикам подготовить и опубликовать материалы о становлении и развитии вычислительной техники в СССР. «На Западе о нас думают хуже, чем мы есть. Это надо исправлять», — говорил он. К сожалению, его замысел не был своевременно осуществлен и только сейчас нашел реальное воплощение в этой книге. Приятно отметить, что она подготовлена в стенах Национальной академии наук Украины, ученые которой стояли у колыбели зарождавшейся цифровой электронной вычислительной техники.

*Акушкин*



Уверен, что книга «История вычислительной техники в лицах» не останется незамеченной читателями, тем более, специалистами в области вычислительной техники и информатики и, конечно, историками науки.

Освещаемый в ней период становления отечественной электронной цифровой вычислительной техники замечателен тем, что в эти годы Советский Союз был одним из лидеров мирового компьютеростроения, о чем, к сожалению, сегодня мало известно.

Основное внимание уделяется научным школам того времени, основателями которых были С.А. Лебедев, И.С. Брук, В.М. Глушков и Б.И. Рамеев. Рассказывается также и о ряде разработок уникальных машин и их создателях — единственной в мире троичной ЭВМ (Н.П. Брусенцов), ЭВМ с использованием системы счисления в остатках (И.Я. Акушкин), первой мини-ЭВМ о становлении отечественной компьютерной промышленности.

В книге впервые изложена история создания вычислительной техники как общего (гражданского) назначения, так и секретных некогда ЭВМ и комплексов на их основе для так называемых «специальных систем», в том числе космических, противоракетной и противовоздушной обороны и др., построение которых предотвратило в

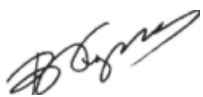
послевоенные годы сползание от «холодной войны» к новому мировому конфликту. Много внимания уделено выдающимся ученым Н.Я. Матюхину и М.А. Карцеву, работавшим в закрытых организациях и потому обойденных вниманием открытой печати прежних лет.

Уникальные архивные материалы, связанные с разработкой первых ЭВМ, обширный иллюстративный материал, воспоминания современников, биографические сведения, оттеняющие неординарность характеров и необычность судеб ученых, создают яркую и Достоверную картину событий почти полувековой давности. Выделены исторически и приоритетно важные работы и даты. Имеете с тем эта книга — своеобразный взгляд в прошлое — позволяет понять причины быстрого первоначального развития вычислительной техники, а также, что не менее важно, ошибки и просчеты, допущенные в то время.

Быстро растущие потребности в средствах автоматизации интеллектуального труда привели к стремительному развитию компьютерной науки и техники, к превращению цифровых электронных вычислительных машин в главный инструмент, облегчающий труд ученого, инженера, медика, руководителей всех рангов. ЭВМ стали неотъемлемой частью систем управления в народном хозяйстве и военной области. На их основе создаются сети обмена информацией, обеспечивающие высокую степень информированности во всех сферах человеческой деятельности. Это, в свою очередь, создает новые импульсы для развития научно-технического прогресса и совершенствования ЭВМ. Оно идет по пути создания высокоинтеллектуальных средств обработки информации, возможности которых могут превзойти самые смелые предвидения писателей-фантастов.

Хотелось, чтобы книга Б.Н. Малиновского послужила началом серии книг о становлении и дальнейшем развитии вычислительной техники, ее важнейших применениях и роли информатики в жизни общества.

Среди ученых, о которых говорится в книге, люди разных национальностей — русской, украинской, белорусской, татарской, еврейской, греческой. Это еще раз подтверждает — истинная наука наднациональна и понятие «дружба народов» для нее — отнюдь не пустой звук. Надеюсь, что книга члена-корреспондента Национальной академии наук Украины Б.Н. Малиновского вызовет интерес в странах СНГ и будет достойно оценена на Западе, где сведения о периоде становления цифровой электронной вычислительной техники в СССР ограничены немногими краткими и неполными обзорами техники тех лет.





## От автора



В 1835 году английский ученый Чарльз Беббидж, завершая работу над проектом вычислительной машины, которую он назвал аналитической, в письме на имя президента Королевской академии наук в Брюсселе писал: «Я сам удивляюсь могуществу составляемой мной машины».

Ученый имел в виду область вычислений. Предвидеть другие применения своего детища он не мог по простой причине машина Беббиджа хотя и была по принципам построения и имевшимся в ней устройствам подобна появившимся более века спустя цифровым электронным вычислительным машинам, но оставалась механической. Это превращало ее в огромное скопище зубчатых колес, рычагов и других деталей, привести в движение которые мог лишь паровой двигатель. Гениальный ученый опередил время. Ему пришлось отказаться от мысли построить действующую машину. Великое изобретение было забыто. О нем вспомнили более чем через сто лет, когда была создана цифровая электронная вычислительная машина с программным управлением ЭНИАК (Мочли и Экерт, США, 1946 г.).

Вторая половина нашего века подарила человечеству целый фейерверк замечательных достижений в области цифровой электронной вычислительной техники. Ее становление и развитие шло необыкновенно быстрыми темпами. Кем-то образно сказано: если бы летательные аппараты совершенствовались так же быстро, как развивались ЭВМ, то через две недели после полета братьев Райт человек мог бы полететь на Луну.

Такие грандиозные темпы развития объясняются громадной потребностью современного человеческого общества в мощных технических средствах автоматизации интеллектуального труда, связанного в первую очередь с обработкой информации.

В настоящее время информация стала своеобразным «сырьем» для производства множества «продуктов»: новых знаний, управленческих решений, научных прогнозов, статистических сведений, всевозможных рекомендаций, заключений и т. д. и т. п. Небезынтересно отметить, что в отличие от физического сырья (полезных ископаемых и др.) информация по мере использования (обработки) не только не исчезает, но наоборот, пополняется новой, являя собой постоянно расширяющуюся «сырьевую» базу интеллектуального труда.

Современными успехами компьютеризации и информатизации мировое сообщество обязано миллионам труженников — ученым, инженерам, рабочим, создавшим современные ЭВМ, их программное обеспечение, мощные информационные сети.

Однако тех, кто закладывал фундамент компьютерной науки и техники, было не так уж много. На их долю выпало самое трудное — создать то, чего еще никогда не было. Среди них были ученые, инженеры и математики многих стран. Вторая мировая и последовавшая за ней «холодная» войны привели к разобщению ученых и секретности работ, поскольку ЭВМ создавались в первую очередь в военных целях.

В результате первое время имена творцов вычислительной техники были известны лишь специалистам.

В зарубежной литературе появившийся вначале пробел в истории развития цифровой электронной вычислительной техники в странах Западной Европы и США уже исправлен. (См, например, прекрасно изданную книгу «Знакомьтесь: компьютер». Пер. с англ, под ред. И.М. Курочкина. — М, 1989 г.)

В СССР этот процесс затянулся. «Перестройка» и образование СНГ не способствовали его завершению, скорее наоборот.

Автор имел счастье быть свидетелем и участником становления и развития цифровой электронной вычислительной техники в СССР, общался с выдающимися учеными в этой области: С.А. Лебедевым, А.А. Дородницыным, И.С. Бруком, Ю.Л. Базилевским, В.М. Глушковым, Б.И. Рамеевым, И.Л. Манохиным, М.А. Карцевым, И.Л. Акушским, Г.Л. Лопато, М.С. Сулимом, П.П. Брусенцовым, В.А. Мельниковым, В.С. Бурцевым и др.

В трудное послевоенное время усилия этих людей и коллективов, в которых они работали, вывели СССР в число мировых лидеров компьютеростроения. К великому сожалению, в годы застоя лидерство было утеряно. Вряд ли можно обвинять в этом учеников, сменивших своих славных учителей. Сегодня уже очевидно, что на то были более несомые причины. Вместе с тем следует признать, что основоположники вычислительной техники были поистине замечательными людьми, и достигнутые ими успехи явились в значительной степени следствием их блистательных творческих способностей, высоких человеческих качеств и понимания огромной роли новых технических средств в развитии человеческого общества.

Разработка ЭВМ в трудные послевоенные годы, в кратчайшие сроки была подвигом, и он достоин памяти так же, как и великие достижения в области создания спутников, ракет, атомных реакторов, о чем много творилось и писалось (без упоминания об огромной роли ЭВМ в выполнении этих работ).

Тому, кто не был свидетелем первых шагов зарождавшейся цифровой электронной вычислительной техники, следует напомнить, что в отличие от обычных для того времени радиотехнических устройств, самые сложные из которых насчитывали

десяток-другой электронных ламп, при переходе к ЭВМ счет пошел на тысячи. Даже если не вдумываться о стоимости только электронных ламп и многих тысяч радиодеталей (конденсаторов, сопротивлений и др.), то уже само их размещение на громоздких щитах и в металлических шкафах становилось проблемой. Первые ЭВМ занимали просторные залы и выглядели так, как смотрятся сейчас громадные, многометровой длины пульта управления крупными энергоблоками или энергосистемами.

Требовался громадный инженерный опыт, чтобы быть уверенным в возможности слаженной работы такого количества радиоламп, сопротивлений, конденсаторов, соединенных сотнями тысяч паек и разъемных контактов. Только у одной лампы восемь ножек для подключения в электрическую схему! А если их тысячи? Не случайно постройка ЭВМ в те времена воспринималась большинством авторитетных специалистов как безумство или безграмотная техническая авантюра. Возможно, именно отсюда появилось недоверие к новой науке — кибернетике, взявшей на вооружение цифровую вычислительную технику. Уж очень далеки были первые ЭВМ от огромных возможностей человеческого мозга.

Нашим молодым современникам, вооруженным изящными персонalkами, трудно поверить, что те многотонные динозавры из многих тысяч ламп аппетитом в десятки киловатт, которые своим появлением на рубеже 50-х годов открывали эру современной вычислительной техники, соорудили совсем небольшие, как правило, молодежные коллективы, причем в очень короткие сроки. Царившая в них атмосфера созидания (а не простого повторения кем-то чего-то достигнутого, что характерно для последующих лет) творила чудеса!

Утвердившийся сейчас дух материальной заинтересованности заменяло огромное счастье созидать новые фантастически перспективные технические средства, возможность видеть зримые и очень весомые плоды своего труда, страстное желание опередить соперников.

Несмотря на огромные человеческие и материальные потери в годы Великой Отечественной войны, для первых десятилетий после ее окончания характерен огромный всплеск энергии и энтузиазма среди населения СССР. Советский Союз в те годы по темпам развития опережал все страны мира, за исключением Японии. Молодежь и зрелые специалисты, пришедшие в науку после тяжелых испытаний на фронте и в тылу, трудились с огромной самоотдачей, подстать замечательным руководителям научных коллективов, таким как С.А. Лебедев, И.С. Брук, Б.И. Рамеев, В.М. Глушков и др.

Следует отметить, что становление и развитие вычислительной техники в СССР шло в послевоенные годы в условиях отсутствия контактов с учеными Запада: разработка ЭВМ за рубежом велась в условиях секретности, поскольку первые цифровые электронные машины предназначались, в первую очередь, для военных целей.

Вычислительная техника в СССР в этот период шла своим собственным путем, опираясь на выдающиеся научные результаты отечественных ученых.

С именами основоположников цифровой электронной вычислительной техники связаны исторически важные события:

— *организация первой в СССР вычислительной лаборатории, прообраза будущих вычислительных центров (И.Я. Акушский, 1941);*

- разработка первого в СССР проекта цифровой электронной вычислительной машины (И.С. Брук, Б.И. Рамеев, август 1948 г.);
- обоснование принципов построения ЭВМ с хранимой в памяти программой, независимо от Джона фон Неймана (С.А. Лебедев, октябрь-декабрь 1948 г.);
- регистрация первого в СССР свидетельства об изобретении цифровой ЭВМ (И.С. Брук, Б.И. Рамеев, декабрь 1948 г.); — первый пробный пуск макета малой электронной счетной машины МЭСМ (С.А. Лебедев, ноябрь 1950 г.);
- приемка Государственной комиссией МЭСМ — первой в СССР и континентальной Европе ЭВМ, запущенной в регулярную эксплуатацию (С.А. Лебедев, декабрь 1951 г.);
- завершение отладки и запуск в эксплуатацию первой в Российской Федерации ЭВМ М-1 (И.С. Брук, Н.Я. Матюхин, январь 1952 г.); — выпуск первых в СССР промышленных образцов ЭВМ (Ю.Я. Базилевский, Б.И. Рамеев, 1953 г., ЭВМ «Стрела»);
- создание самых производительных в Европе (на момент ввода в эксплуатацию) быстродействующих электронных вычислительных машин: БЭСМ (апрель 1953 г.), М-20 (1958 г.) и БЭСМ-6 (1967 г.) С.А. Лебедев, (М.К. Сулим, В.А. Мельников);
- ввод в эксплуатацию СЭСМ — первого в Союзе матрично-векторного процессора (С.А. Лебедев, З.Л. Рабинович, январь 1955 г.);
- разработка первых в СССР универсальных ЭВМ общего назначения «Урал-7», «Урал-2», «Урал-3», «Урал-4» (Б.И. Рамеев, 50-е гг.);
- создание первого в Советском Союзе семейства программно и конструктивно совместимых универсальных ЭВМ общего назначения «Урал-11», «Урал-14», «Урал-16» (Б.И. Рамеев, В.И. Бурков, А.С. Горшков, 60-е гг.);
- разработка и серийный выпуск первых в СССР малых универсальных ЭВМ М-3 и «Минск-1» (И.С. Брук, Н.Я. Матюхин, Г.П. Лопато — 1956–1960 гг.);
- создание первой и единственной в мире троичной ЭВМ «Сетунь» (П. П. Брусенцов, 1958 г.);
- создание первой (и, вероятно, единственной в мире) суперпроизводительной специализированной ЭВМ с использованием системы счисления в остатках (И.Я. Акушкин, 1958 г.);
- разработка теории цифровых автоматов (В.М. Глушков, 1961 г.);
- предложена идея схемной реализации языков высокого уровня (В.М. Глушков, З.Л. Рабинович, 1966 г.);
- разработка первых в СССР машин для инженерных расчетов «Промшь» и МИР — предвестников будущих персональных ЭВМ (В.М. Глушков, С. Б. Погребинский, 1959–1965 гг.);
- создание первой в СССР полупроводниковой управляющей машины широкого назначения «Днепр» (В.М. Глушков, Б.Н. Малиновский, 1960 г.);
- применение впервые в СССР микропрограммного управления в ЭВМ (Н.Я. Матюхин, ЭВМ «Тетива», 1961 г.);
- создание первой в СССР (и, возможно, единственной в мире) ЭВМ с использованием только прямых кодов операндов (Н.Я. Матюхин, ЭВМ «Тетива», 1961 г.);
- выдвижение впервые в СССР идеи многопроцессорной системы (С. А. Лебедев, 1956 г.);

- высказана идея мозгоподобных структур ЭВМ (В.М. Глушков, 1946 г.);
- первое в СССР использование виртуальной памяти и асинхронной конвейерной структуры ЭВМ (С.А. Лебедев, БЭСМ-6, 1967 г.);
- предложены принципы построения рекурсивной (не неймановской) ЭВМ (В.М. Глушков, В.А. Мясников, И. Б. Игнатъев, 1974 г.); — реализация первой в мире многоформатной векторной структуры ЭВМ (М.Л. Карцев, ЭВМ М-10, 1974 г.);
- впервые в мире предложена и реализована концепция полностью параллельной вычислительной системы — с распараллеливанием на всех четырех уровнях: программ, команд, данных и слов (М.Л. Карцев, вычислительные комплексы на базе ЭВМ М-10, 70-е гг.);
- создан первый в СССР мобильный управляющий многопроцессорный комплекс на интегральных схемах с автоматическим резервированием на уровне модулей, производительностью 1,5 млн. операций в секунду (С.Л. Лебедев, В.С. Бурцев, ЭВМ 5Э26, 1978 г.);
- разработан проект первой в СССР векторно-конвейерной ЭВМ (М.А. Карцев, ЭВМ М-13, 1978 г.).

Это лишь главные результаты основных научных школ, руководимых С.А. Лебедевым, Б.И. Рамеевым, И.С. Бруком, В.М. Глушковым, возникших в годы становления цифровой электронной вычислительной техники и выполнивших разработку основных классов ЭВМ того времени.

Научная школа С.А. Лебедева обеспечила создание наиболее сложного класса средств вычислительной техники — супер-ЭВМ, в том числе машин специального назначения. Пензенская научная школа, возглавляемая Б.И. Рамеевым, последовательно и весьма успешно решала задачу создания универсальных ЭВМ общего назначения. Научная школа И.С. Брука вела разработку малых и управляющих ЭВМ. Позднее работы учеников И.С. Брука вышли за эти рамки, — добавились исследования в области мощных специализированных ЭВМ (М.А. Карцев, Н.Я. Матюхин) и теории ЭВМ (М.А. Карцев). Научная школа В.М. Глушкова получила широкую известность благодаря исследованиям в области цифровых автоматов, систем проектирования ЭВМ, теории и практики построения ЭВМ для инженерных расчетов, машин с высоким внутренним интеллектом и управляющих машин.

Помимо «классических» средств вычислительной техники, разработанных коллективами упомянутых научных школ, в эти же годы были созданы уникальные, практически единственные в мире троичная ЭВМ «Сетунь» (Н.П. Брусенцов) и ЭВМ на основе системы счисления в остатках (И.Я. Акушский).

Был также выполнен ряд других разработок в области универсальных, бортовых и др. ЭВМ под руководством крупных специалистов тех лет (В.С. Полин, В.К. Левин, С.А. Майоров, В.Б. Смоллов, А.М. Ларионов, Б.М. Каган, Я.А. Хетагуров и др.), однако описание их выходит за рамки этой книги. Не вошли в нее и очень важные вопросы программного обеспечения ЭВМ. В этой области работал целый ряд крупных ученых (А.А. Ляпунов, М.Р. Шура-Бура, А.П. Ершов, В.М. Курочкин, Е.Л. Ющенко и др.), о жизни и творчестве которых — будем надеяться — еще напишут другие авторы.

Одновременно с ЭВМ для вычислительных центров в СССР разрабатывались машины для построения оборонительных систем.

«Холодная война» привела к необходимости создания эффективной системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН) и наблюдения за космическим

пространством, систем противоракетной и противовоздушной обороны (ПРО и ПВО, соответственно).

Машины для СПРН разрабатывались под руководством М.А. Карцева, для системы ПРО — под руководством С.А. Лебедева, для системы ПВО — под руководством Н.Я. Матюхина.

В книге впервые (если не считать нескольких газетных публикаций) освещается огромная работа, выполненная этими учеными и руководимыми ими коллективами, связанная с созданием ЭВМ для систем военного назначения, ставших важной частью оборонного комплекса, позволившего добиться паритета между СССР и США, что стало существенным сдерживающим фактором в перерастании «холодной» войны в горячую.

Основной материал книги посвящен жизни и творчеству основоположника цифровой электронной вычислительной техники в СССР С.А. Лебедева, пионеру разработок в этой области И.С. Бруку, главному конструктору универсальных ЭВМ общего назначения Б.Л. Рамееву, руководителям работ по созданию ЭВМ для СПРН и ПВО М.А. Карцеву и Н.Я. Матюхину, выдающемуся математику и кибернетику В.М. Глушкову, основоположнику работ по созданию ЭВМ в остаточных классах И.Я. Акушскому, творцу троичной ЭВМ Н.П. Брусенцову, главному конструктору малых ЭВМ Г.Л. Лопато, пионеру микроэлектроники Ф.Г. Старосу, организатору компьютерной промышленности М.С. Сулиму.

Большие достижения этих ученых и руководимых ими коллективов отмечены высокими правительственными наградами, в том числе званием Героев социалистического труда (С.А. Лебедев, В.М. Глушков, Ю.Я. Базилевский), орденами, Государственными премиями, академическими званиями (для большинства) и др. Вместе с тем, жизнь и творчество этих людей воплотили в себе многие иные события и особенности эпохи: притеснения в период сталинских репрессий <1>.И. Рамеев, Н.Я. Матюхин), участие в боевых действиях в годы Великой Отечественной войны (М.А. Карцев, М.К. Сулим, Б.И. Рамеев); жизнь в эвакуации и напряженный труд по созданию военной техники для фронта (С.А. Лебедев, И.С. Брук); фашистская оккупация (В.М. Глушков); мс всегда объективная оценка и поддержка выдающихся талантов административной элитой (М.А. Карцев, Б.И. Рамеев); ограничения в карьере по причине беспартийности (Б.И. Рамеев, И.С. Брук); жесткий контроль работ, включенных в государственные планы (С.А. Лебедев, П. Я. Матюхин, М.А. Карцев); неприятие инициативных (даже высоко-значимых, но внеплановых) результатов научных исследований <И.С. Брук, Н.П. Брусенцов>; использование зарубежных ученых коммунистов в интересах СССР (Ф.Г. Старое); недооценка роли научного предвидения при принятии административных решений (С.А. Лебедев, Б.И. Рамеев, В.М. Глушков). Биографии ученых словно сфокусировали н себе главные особенности эпохи.

Замысел написать книгу о них и первых ЭВМ, ими созданных, возник у меня совершенно случайно. Этому помог... инфаркт. Отключившись таким образом на несколько месяцев от обязанностей заведующего отделом в Институте кибернетики им. В.М. Глушкова АН Украины (здесь и далее употребляется аббревиатура АН, существовавшая до 1944 г.) где проработал почти сорок лет, и желая отвлечься от мыслей о болезни, я попытался кратко описать историю создания первой в Украине и в бывшем Советском Союзе полупроводниковой управляющей машины широкого

назначения УМШН, получившей при серийном выпуске название «Днепр», как проектировались на ее основе первые системы автоматизации промышленных объектов и Сложных научных экспериментов, как создавались первые микропроцессорные средства вычислительной техники, рассказать о других исследованиях Института кибернетики им. В.М. Глушкова, в которых мне пришлось участвовать, о влиянии работ института на процессы информатизации и компьютеризации на Украине.

Выздоровев, я решил не ограничиваться этим и стал собирать материалы о других полузабытых событиях становления и развития вычислительной техники, о жизни и деятельности создававших ее выдающихся ученых. Я имел возможность из первых рук получать материалы и разъяснения по многим вопросам, а также архивные документы и богатый иллюстративный материал. К сожалению, многие ветераны вычислительной техники ушли из жизни... В этих случаях пришлось ограничиться воспоминаниями их учеников, сотрудников, близких родственников и своими собственными. Исключительно ценные материалы получены мной от Т.А. Мавриной (сестры С.А. Лебедева), Н.С. Лебедевой и Е.С. Осечинской (дочерей С.А. Лебедева), А.А. Дородницына, от бывших учеников Лебедева — В.А. Мельникова, В.С. Бурцева, Г.Г. Рябова, П.П. Головистикова, В.И. Рыжова и от ветеранов вычислительной техники — Б.И. Рамеева, М.К. Сулима, Т.М. Александриды, Н.П. Брусенцова, Ю.В. Рогачева, И.Я. Акушского, от жены В.М. Глушкова — Е.М. Глушковой и сына М.А. Карцева — В.М. Карцева, за что выражаю всем глубокую благодарность.

Краткая история становления и первоначального развития цифровой электронной вычислительной техники, отраженная в зеркале жизни и творчестве выдающихся ученых — ее создателей, и составила основное содержание книги. Автор не претендует на полноту изложения биографий, на обстоятельную оценку результатов творчества ученых. Возможно, что и толкование некоторых событий достаточно субъективно и отражает точку зрения автора или лиц, сообщивших ему ту или иную информацию. Мысли, мнения, суждения, воспоминания современников событий, краткие характеристики ученых и эволюция разработанных ими ЭВМ — вот основное содержание книги. В этом, по мнению автора, ее главная ценность как для читателя, так и для более полных и объективных исследований историков вычислительной техники.

Материал книги позволяет также понять наиболее очевидные причины потери Советским Союзом высоких позиций в области вычислительной техники, сыгравшие свою отрицательную роль еще до разрушительной «перестройки». Это, во-первых, административно-волевое решение повторить («советизировать») американскую систему машин IBM-360, против чего активно возражали Лебедев, Рамеев, Глушков, Сулим и ряд других ученых. Во-вторых, это ничем не обоснованное, освященное правительством «разрезание» в 70-х годах компьютерной промышленности на три части: микроэлектронные элементы (производитель Министерство электронной промышленности МЭП), универсальные ЭВМ (Министерство радиопромышленности МРП) и управляющие ЭВМ (Министерство приборостроения, автоматизации и систем управления ПСА и СУ). В результате каждое из министерств, не придерживаясь достигнутой ранее договоренности, стало разрабатывать полную гамму вычислительных средств, не очень-то стараясь помогать друг-другу. МРП и Министерство ПСА и СУ, где были сосредоточены лучшие специалисты, лишились, по существу, современной электронной базы, и их разработки заранее оказались обречены на неудачу, а МЭП, в котором кадры разработчиков практически отсутствовали, но

имелась мощная промышленная база для выпуска средств микроэлектроники, не желая интегрироваться с другими министерствами, решило повторять американские разработки, пойдя на заведомо многолетнее отставание от мирового уровня. В-третьих, повлияла недооценка роли академической науки и ее отрыв от промышленного производства, из-за чего реализация передовых научных результатов, как правило, осуществлялась с большим трудом и потерей времени.

Книга готовилась частями. Вначале, в связи с 90-летием со дня рождения С.А. Лебедева была подготовлена и выпущена по заказу АН Украины отдельной книжкой небольшим тиражом, первая глава, содержащая материалы о Лебедеве («История вычислительной техники и лицах. Академик С.Лебедев». — К, 1992). По книге был подготовлен фильм «Академик С.Лебедев. Хранить вечно» (авторы сценария Б.Л. Малиновский, В.И. Хмельницкий, Киевская студия научно-популярных фильмов, 1992 г.). Книга в продажу не поступила, распространялась лишь в АН Украины и Российской А.Н. Фильм демонстрировался в обеих академиях, но в прокат не передавался.

Учитывая наступающее 70-летие со дня рождения В.М. Глушкова, автор подготовил книгу «Академик В. Глушков. Страницы жизни и творчества», К, 1993). Она была издана по заказу Института кибернетики им. И.М. Глушкова АН Украины и также не поступала в продажу. По материалам книги был создан телефильм. «Кибернетик В Глушков. Взгляд из будущего» (авторы сценария Ю.В. Капитонова, Б.Д. Малиновский, В.И. Хмельницкий, Киевская студия «Золотые ворота», 1993 г.). Материалы этих книг легли в основу первых двух глав предлагаемой широкому читателю монографии. Поскольку книга о Е.М. Глушкове включала материалы о его деятельности не только в области вычислительной техники, но и в кибернетике, вторая глава получилась наиболее обширной. Этому способствовало и то, что тяжело заболевший ученый оставил продиктованные дочери (в последние девять дней, когда еще был в сознании), рассказы о своем творческом пути, своеобразную исповедь, которую автор воспроизводит без каких-либо сокращений.

Цифровая электронная вычислительная техника за полвека своего существования ушла далеко вперед и тем не менее она еще не достигла своей зрелости. Возможно, что в XXI веке сегодняшние ЭВМ будут представляться такими же устаревшими, как сейчас первые ЭВМ и сам термин «вычислительная техника» заменится каким-либо другим. (Автору, например, представляется более удачным термин «интеллектуальная электроника» — интеллектуальная электроника, учитывающий перспективу развития средств обработки информации).

И все-таки во всемирной истории компьютерной науки и техники наиболее интересными и значимыми останутся страницы, посвященные становлению и первоначальному развитию цифровых электронных вычислительных машин, жизни и творчеству их первоизобретателей, в том числе в Советском Союзе. Хотелось бы надеяться, что материалы, собранные в книге, не оставят равнодушным ни читателя, ни будущего исследователя, решившего написать полнокровную историю замечательного детища XX века.



## Путь в бессмертие

*«Уметь дать направление —  
признак гениальности».*

*Ф. Ницше*



## Первое знакомство

Сергей Алексеевич Лебедев был первым из плеяды замечательных ученых, с кем свела меня судьба. Еще в работе над дипломным проектом в Ивановском энергетическом институте при расчете устройства управления копировально-фрезерного станка мне пришлось пользоваться научными статьями Лебедева об устойчивости автоматических систем, помещенных в сборнике трудов Института электротехники АН Украины. Они очень помогли. На запрос о возможности поступления в аспирантуру института я, к радости, получил положительный ответ. Так в 1950 г. я оказался в Киеве.

Лебедев был старше меня почти на двадцать лет и уже успел многого достичь. Его научные труды в области управления энергетическими системами получили международную известность. Я же, новоиспеченный аспирант Института электротехники АН Украины, лишь начинал свой путь в науке, совершенно неуверенный в том, что могу сделать что-либо полезное, но одержимый этим желанием и уже «пришедший в себя» после четырех изнурительных лет, проведенных на фронтах Великой Отечественной войны. В тот период Сергей Алексеевич был директором Института электротехники АН Украины, но более половины времени проводил в Москве, где руководил (по совместительству) лабораторией № 1 Института точной механики и вычислительной техники АН СССР (ИТМ и ВТ АН СССР). Возвращаясь в Киев, он быстро решал накопившиеся за время отсутствия вопросы и уезжал в бывшее монастырское местечко Феофанию под Киевом, в свою секретную лабораторию, где заканчивалось создание первенца отечественной цифровой вычислительной техники.

Хотя первая ЭВМ скромно называлась Малой электронной счетной машиной (МЭСМ), она насчитывала 6 тыс. электронных ламп и едва умещалась в левом крыле двухэтажного здания. До войны в этом здании размещался филиал Киевской психиатрической больницы. Гитлеровцы, вступив в Феофанию, расстреляли больных и устроили здесь госпиталь. Во время обстрелов при освобождении Киева здание получило большие повреждения и в таком виде было передано в 1948 г. Институту электротехники АН Украины для размещения лаборатории. Добираться в Феофанию приходилось служебным видавшим виды автобусом по грунтовой дороге, которая весной, и осенью превращалась в скользкую, малопригодную для передвижения полосу препятствий. Зато летом Феофания, окруженная дубовой рощей, становилась поистине райским уголком, где щебетали птицы, бегали зайцы, было множество грибов и ягод.



Впервые я увидел Сергея Алексеевича на одном из заседаний ученого, совета Института осенью 1950 г. В его облике и поведении не было ничего бросающего, необычного. Невысокий, худощавый. Очки в черной оправе делали лицо более строгим, нежели оно было на самом деле, в чем я смог убедиться позднее. Голос громкий, чуть хрипловатый, но приятный. Вел заседание спокойно и деловито. Внимательно слушал выступающих. Сам, бросая реплики, был краток. Громко и заразительно смеялся, когда кто-либо удачно острил.

«Улыбка необыкновенно красила обычно очень серьезное лицо Сергея Алексеевича, словно открывались ставни и врывался сноп светлых солнечных лучей. И лицо его становилось таким хорошим, добрым, по-детски милым и незащищенным. Кто-то из великих писателей сказал, что в улыбке проявляется душа человека, его подлинная сущность. Сергей Алексеевич редко улыбался, и тот, кто не видел его улыбки, даже не догадывался о том, сколько мягкости, человечности было в нем» (Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара. Как это начиналось. — М, 1981).

Работая над кандидатской диссертацией, я познакомился с ним ближе. Сергей Алексеевич не был моим руководителем (им был канд. техн. наук А.Н. Милых, руководитель лаборатории автоматики института). Тем не менее окончательным определением темы кандидатской диссертации я обязан С.А. Лебедеву. Это случилось на втором году моей учебы в аспирантуре. В то время МЭСМ уже начала «дышать» — на ней просчитывались первые пробные задачи. В Москве всюду шел монтаж Большой электронной счетной машины (БЭСМ). Позднее она стала называться Быстродействующей электронной счетной машиной. Сергей Алексеевич не мог не думать о будущем развитии своих детищ — МЭСМ и БЭСМ. Обе машины были выполнены на электронных лампах, часто выходили из строя, имели огромные размеры, потребляли много энергии. Добиться улучшения этих показателей можно было путем замены ламп более надежными элементами с меньшими размерами и потреблением энергии. Придя как-то в нашу лабораторию автоматики, Сергей Алексеевич предложил всем подумать о том, как создать надежный безламповый триггер — один из основных элементов ЭВМ. Из небольшого коллектива лаборатории я оказался самым настойчивым — через полгода мучительных раздумий и экспериментов смог показать Сергею Алексеевичу первый образец триггера на магнитных усилителях, идентичный по функциям электронному. Он внимательно ознакомился с его работой, умело используя осциллограф, и, одобрив, посетовал на низкое быстродействие нового элемента (25 тыс. переключений в секунду). В последующие месяцы то в Москве, то в Киеве я несколько раз встречался с ним, делился новыми результатами исследований.

Запомнилась простота общения с Сергеем Алексеевичем. Не помню случая, чтобы он высказал недовольство при моем вторжении в его кабинет или при случайной встрече. Поражало и радовало внимание, с которым он выслушивал меня, аспиранта, когда я делился с ним информацией о безламповых элементах, найденной в новых публикациях.

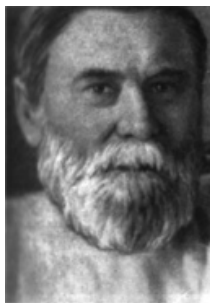
В свой первый приезд в Москву я с разрешения Сергея Алексеевича осмотрел БЭСМ (она была еще засекречена). Огромная машина произвела на меня сильное впечатление. В качестве памяти в то время в ней использовались линии задержки на ртутных трубках (позднее они были заменены потенциалоскопами).

Уже тогда мне удалось познакомиться со многими разработчиками БЭСМ — в то время молодыми специалистами, а позднее маститыми учеными: академиками Р.А. Мельниковым и В.С. Бурцевым, д-рами техн. наук В.В. Бардижем и А.С. Федоровым, канд. техн. наук П.П. Головистиковым и др.

Поинтересоваться же биографией ученого не пришлось — жизнь и работа заставляли смотреть не назад, а вперед. Только теперь мне удалось восполнить этот пробел с помощью Екатерины Сергеевны Осечинской, дочери С.А. Лебедева, и сестры Сергея Алексеевича — Татьяны Алексеевны Мавриной.

## Детство

Сергей Алексеевич Лебедев родился 2 ноября 1902 г. в Нижнем Новгороде в семье учителя. Мать Анастасия Петровна (в девичестве Маврина) покинула богатое дворянское имение, чтобы стать преподавателем в учебном заведении для девочек<sup>1</sup> из бедных семей. Алексей Иванович Лебедев, отец Сергея, рано оставшись сиротой, жил у тетки в деревне. В девять лет вернулся к овдовевшей матери в Кострому, два года посещал приходскую школу. После этого пять лет работал конторщиком на той же ткацкой фабрике, что и мать, и много читал.



Сблизившись со сверстниками, увлекавшимися идеями народничества, твердо решил стать сельским учителем. С пятью рублями, скопленными за долгие месяцы работы, отправился в Ярославскую губернию поступать в школу, открытую Ушинским для детей-сирот. Окончив с отличием ее и учительский институт, стал преподавать в с. Родники (теперь г. Родники Ивановской области). В декабре 1890 г. вместе с другими членами подпольной народолюбивой организации был арестован и посажен на два года в тюрьму. После освобождения семья переехала в Нижний Новгород. Один за другим появились четверо детей — Екатерина, Татьяна, Сергей и Елена.

В период революции 1905 г. А.И. Лебедев стал одним из организаторов Крестьянского союза, губернский комитет которого избрал его председателем. Почти миллионные тиражи имели его брошюры «Что читать крестьянам и рабочим», «Словарь политических терминов» и др. В эти же годы А.Л. Лебедев создал многочисленные труды по педагогике. Четыре издания выдержал его «Букварь», пользовались популярностью «Книга для чтения в сельских школах», «Мир в картинках» и др.

И Алексей Иванович, и Анастасия Петровна неукоснительно следовали принципу: жизнь народного учителя должна служить примером и образцом как для учеников, так и для своих детей. Безукоризненная честность, неприятие какого-либо ябедничества, подобострастия, трудолюбие ставились во главу воспитания. Так воспитывались натуры увлеченные, глубокие и гармоничные.

По воспоминаниям Т.А. Мавриной, Сергей был обычным мальчиком. Любил плавать и легко переплывал Оку. Со страстью играл в лапту, козны, чушки, чижики, городки. Очков тогда не носил... Любил играть в шахматы. Как-то смастерил динамо-машину и лейденскую банку, накапливающую электрический заряд. Протянув провода из столовой в кухню и бабушкину комнату, соорудил электрический звонок.

Все товарищи Сережи увлекались музыкой. Сам он играл на фортепьяно, особенно любил сочинения Бетховена и Грига. Много читал. Книги были в доме везде, шкафов не хватало, соорудили полки даже в холодных сенях. Знал наизусть множество поэм и стихов. Любил Блока, Гумилева, зачитывался романами Дюма.

Как прекрасно выразилась Т.А. Маврина, ниточки из детства тянулись ко всему, что делали впоследствии Сергей и остальные дети Лебедевых.

Сереже едва исполнилось пятнадцать лет, когда началась революция. Поначалу ее приняли с энтузиазмом. Но чем дальше, тем все мрачнее становилось настроение в семье, и не потому, что пришлось, как и всей стране, голодать, а Наробраз перебрасывал учителя из одного города в другой (Симбирск, Курмыш, Сарапул). Страшнее было то, что людей обрекали на голод духовный, уничтожали культуру и робкие ростки свободы, за которые так страстно боролся Алексей Иванович.

Молодость же брала свое. Вот как описывает это время сестра Лебедева Татьяна Алексеевна, впоследствии известная художница.

«В Курмыше на Суре весной по большой воде мы катались на лодке по вечерам, захватывая и немалый кусок ночи. Всегда оставляли незапертым окно большого дома, чтобы никого не будить, когда вернемся. В старом парке ухал филин. Закат — и светлая ночь уже без звезд. Мы пробирались между кустами, задевая их веслами. А кусты эти были верхушками леса. Мелководная Сура в разлив делала такие же чудеса, как и наши Ока и Волга.



В большой разлив в Нижнем Новгороде, когда еще не был поставлен плашкоутный мост, при переправе через реку йесла цеплялись за телеграфные провода. На Суре плыть по верхушкам леса было неизведанным еще счастьем.

Когда вода спала, мы, получив по командировочному удостоверению ландрин, селедку и черный хлеб — на дорогу, поехали пароходом до Васильуральска и дальше до Нижнего. А осенью, нагрузившись только яблоками (из знакомого сада надавали), поплыли в Сарапул на Каме, куда направил Наркомпрос отца. В пути ели яблоки, спали в пустых каютах.

У Казани пароход стоял долго, можно было посмотреть город, но зыбучие пески нас туда не пустили. Пристань была далеко от города. Зато Кама с нестеровскими берегами и голубой очень сильной водой была обворожительна. Она уже Волги и уже Оки, берега с обеих сторон высокие, лесистые, затем пониже.

Сарапул ближе Уфы. Пристань такая же, как везде. Осень. Еще ярче нестеровские пейзажи — темные елки на желтом фоне леса. Лиственица осенью яркая и густо и мягко золотая, от нее и получается нестеровский пейзаж.

Школа, где нам пришлось жить, была пустая, располагалась за большим пустырем около молодого леса. Мебелью служили парты и нераспакованные ящики с книгами и негативами; на ящики мама ставила самовар, мы с Катей рисовали клеевыми красками зверей из книги Кунерта — школьные пособия. За это нам выдавали паек в виде ржаного зерна, из которого мама варила на примусе кашу. Сергей где-то доучивался. Свободное время мы проводили в городской библиотеке. Там оказались журналы „Мир искусства“, „Аполлон“, которыми начали интересоваться еще в Нижнем.

Зима в Сарапуле очень холодная — до -40 (хорошо, что без ветра) — и ярчайшее голубое небо. Ночью на звезды бы глядеть — да больно холодно. Местные жители, видно, к морозам привычные — базар на площади. Деревенские бабы в тулупах сидели на кадках с „шаньгами“, (местные ватрушки — белый блин, намазанный мятой картошкой). Какие-то „деньги“ были, потому что в памяти остался навсегда вкус этих „шанег“, после ржаной каши — изысканный.



В Сарапуле кроме нестеровских лесов и интересных журналов в библиотеке была еще своя камская „третьяковская галерея“. Мы забирались кое-как по остаткам лестницы на второй этаж брошенного, без окон и дверей, дома на набережной и лазали по сохранившимся балкам, очарованные чудесами. Надо же такое придумать! Все стены, простенки, проемы окон и дверей и потолок — все было разрисовано картинками (видно, из „Нивы“ брали). Русалки Крамского — во всю стену, „Фрина“ Семирадского, „Три богатыря“ Васнецова — тоже во всю стену — это, видно, зала. Где потеснее — боярышни Маковского, всякие фрагменты на простенках. Всего не упомнишь. Может, хозяин — художник, может, это заказ какого-то одержимого искусством чудака-домовладельца? Спросить не смели. Да так даже интереснее. Кто-то так придумал!

В конце зимы отец с Сергеем уехали в Москву по вызову Луначарского — налаживать диапозитивное дело. Кино тогда еще почти не было, а был в ходу „волшебный фонарь“ с цветными диапозитивами. Увеличенные фонарем на белом экране (простыне), они давали представление о чем-нибудь полезном „для школы и дома“.

Мама заболела тифом. В бреду все напоминала нам — не упустите самовар... Мы научились с ним управляться и ждали вестей из Москвы. Приехал за нами героический Сергей. Гимназическая шинель внакидку (вырос уже из нее!). На ноги мы приспособили ему „валенки“ из рукавов ватного пальто. Выменяли за самовар мешок сухарей у сапожника. Сергей получил какие-то „командировочные“ харчи. Где-то и как-то добыл теплушку (по мандату из Москвы) и возчика, чтобы отвезти на железную

дорогу вещи, нас с Катей и маму, остриженную после тифа наголо, закутанную в меховую ротонду.

В теплушке посредине лежал железный лист, на котором можно было разводить костерок для обогрева и варки похлебки из сухарей. На остановках Сергей с чайником бегал за водой. Мы запирали дверь на засов, чтобы никто к нам не залез. И так за какие-то длинные дни доехали до Москвы-Сортировочной, где поставили наш вагон. Теплушку заперли или запечатали, не помню, а мы пошли пешком по мокрому московскому снегу, по воде дошли до Сухаревской площади (Колхозная потом). Диву дались — зимой вода! Одинокое стоит Сухарева башня, и пусто кругом. Потом на площади торг. Знаменитая „Сухаревка“. Я много рисовала из окна. На какие деньги шел торг? Не знаю. Трамвай был бесплатным, хлеб тоже...

От Виндавского вокзала (Рижского) шел трамвай до Новодевичьего монастыря через всю Москву. У Сухаревки остановка. Можно было прицепиться к вагону и ехать до Ленинской библиотеки, пока стояли холода (там тепло и вода), до Новодевичьего монастыря, что на Москва-реке, — когда пришли весна и лето. Можно было погулять и покупаться. Вода к себе тянет. Потом лето стали проводить на даче, снимали избу в Манилове, что поближе к Кунцеву, на Москва-реке. Тут, под кустом у реки, где мы купались чуть-ли не весь день, Сергей готовился к поступлению в Высшее техническое училище им. Баумана. Покупается — поучится. И так все лето. Подготовился и был принят.

Младшая сестра поступила в Институт востоковедения, а я во Вхутемас. На этом закончу».



## На пути к созданию ЭВМ

В институте С.А. Лебедев сразу приобщился к научному творчеству. Специализировался в области техники высоких напряжений. Лекции читали такие выдающиеся ученые, как создатель Всесоюзного электротехнического института им. Ленина (ВЭИ) К.А. Круг, Л.И. Сиротинский и А.А. Глазунов. В дипломном проекте, выполненном под руководством Круга, Лебедев разрабатывал новую в то время проблему — устойчивость параллельной работы электростанций. Содержание проекта вышло далеко за рамки студенческой работы. Это был серьезный труд, имевший большое научное и практическое значение.

Получив в апреле 1928 г. диплом инженера-электрика, С.А. Лебедев стал преподавателем МВТУ им. Баумана и одновременно младшим научным сотрудником ВЭИ. Вскоре он возглавил группу, а затем и лабораторию электрических сетей.

В 1933 г. совместно с А.С. Ждановым опубликовал монографию «Устойчивость параллельной работы электрических систем», дополненную и переизданную в 1934 г. Еще через год ВАК присвоил молодому ученому звание профессора. В 1939 г. С.А. Лебедев защитил докторскую диссертацию, не будучи кандидатом наук. В ее основу была положена разработанная им теория искусственной устойчивости энергосистем.

Почти двадцать лет проработал Сергей Алексеевич в Москве. Последние десять лет он руководил отделом автоматики. До войны ВЭИ являлся одним из самых известных научно-исследовательских институтов, где работал ряд ученых с мировым именем. Отдел автоматики нанимался проблемой управления энергетическими системами (С.А. Лебедев, П.С. Жданов, А.А. Гродский), теорией автоматического регулирования (Л.С. Гольдфарб, Д.И. Марьяновский, В.В. Солодовников), новыми средствами автоматики (Д.В. Свечарник), телемеханикой (А.В. Михайлов) и представлял собой настоящее созвездие молодых талантов. Некоторые сотрудники впоследствии стали крупными учеными, а их научные груды получили мировое признание. Замечательной особенностью института было наличие в нем достаточно мощной производственной базы, благодаря чему результаты исследований внедрялись в практику.

Удалось разыскать одного из ветеранов ВЭИ — профессора д-ра техн. наук Д.В. Свечарника, поделившегося воспоминаниями о Сергее Алексеевиче.

«В 1935 г. к моему рабочему столу в ВЭИ подсел новый руководитель нашего отдела автоматики молодой профессор Сергей Алексеевич Лебедев. Поинтересовался: что я за год с лишним после окончания института успел сделать? Разговор пошел совсем неформальный, — Сергей Алексеевич сумел быстро схватить суть проблемы, похвалил спроектированную мной и Марьяновским систему автоматизации прокатных станов — в ней использовался запатентованный нами принцип введения гибких нелинейных обратных связей (в отечественной литературе уже не раз указывалось, что этот принцип в США был предложен на 11 лет позже...), — предсказал ему широкое применение. Но Сергей Алексеевич умел не только одобрять то, что ему нравилось. Когда мы на опытном заводе ВЭИ отлаживали образец этой системы и она, конечно, с ходу „не пошла“, он нашел в чертежах соединение, могущее вызвать неприятности,

молча показал на него и так посмотрел, что я готов был сквозь землю провалиться... Когда через год мы успешно испытали эту аппаратуру на стане-500 в Днепродзержинске, он не только сам приехал наблюдать за автоматической работой стана, но и привез с собой директора ВЭИ. За это изобретение Центральный совет изобретателей присвоил в 1936 г. мне и Д.И. Марьяновскому почетное звание „Лучший изобретатель СССР“. Сергей Алексеевич ничего не получил — да он никогда и не добивался наград.

Совместная работа вскоре переросла в дружбу. Летом мы с ним уезжали в дальние путешествия — преимущественно в горы. Пошли как-то на Эльбрус. Последние 50 метров на подходе к седловине я буквально прополз. Сергей Алексеевич довольно бодро шагал... Рискованно прыгал с камня на камень, и проводник, глядя на него, цокал языком и приговаривал: „Ай, ай, такой старый и такой смелый!“ („старому“ тогда было лет 35).

Но смелым он действительно был — и не только в горах. В зловещем 1937 году боязливый руководитель отдела электрических машин ВЭИ уволил А.Г. Иосифьяна, уже тогда проявившего себя талантливым исследователем. Разработанный им в 1935–1936 гг. первый в стране линейный электродвигатель экспонировался на Всемирной выставке в Нью-Йорке. Отец ученого был армянским священником и дашнаком, что и испугало его начальника. Сергей Алексеевич не колеблясь пригласил его в свой отдел. В те страшные 30-е годы, когда подсиживание и доносительство были обычным явлением, в отделе ВЭИ, которым заведовал Сергей Алексеевич, сотрудники чувствовали себя уверенно и спокойно. И я, и А.Г. Иосифьян, и такие известные ученые как А.В. Михайлов, А.А. Фельдбаум, Н.Н. Шереметьевский и многие другие, — все мы „птенцы гнезда“ Сергея Алексеевича, бывшие сотрудники его отдела в ВЭИ.

Надвигалась война. Отдел переключился на оборонную тематику. Мы с Сергеем Алексеевичем начали работу — впервые непосредственно совместную — над созданием боевых средств, самонаводящихся на излучающую или отражающую излучение цель. В сентябре 1941 г. Сергей Алексеевич эвакуировался с ВЭИ в Свердловск. Корпуса ВЭИ были заминированы. Меня включили в состав команды подрывников, которая должна была взорвать ВЭИ, если немцы „подойдут к воротам Москвы“. Прошли надлежащий инструктаж, но, к счастью, этого не понадобилось. В декабре я уже „воссоединился“ с Сергеем Алексеевичем в Свердловске. Мне пришлось больше заниматься созданием головки самонаведения (тогда и были впервые разработаны и потом запатентованы так называемые экстрафокальные головки), Сергею Алексеевичу — аэродинамикой и динамикой летательного аппарата (им была разработана четырехкрылая система с автономным управлением по независимым координатам). Но приходилось отвлекаться на более земные работы — ездили мы с Сергеем Алексеевичем и на лесозаготовки. Скучно питаясь брюквой и хлебом, валили за 11-часовой рабочий день 100–110 могучих деревьев с помощью двуручной пилы... В 1944 г. ВЭИ вернулся в Москву, и начались продувки моделей нашего летательного аппарата в Жуковском, под Москвой. Результаты обсуждали с академиком Христиановичем, Дородницыным. Вместе — уже в 1945–1946 гг. — проводили натурные испытания на Черном море. И хотя мы оба в равной степени числились главными конструкторами „управляемого оружия“, доклад на комиссии Совета Министров СССР Сергей Алексеевич поручил мне. Сам он только отвечал на вопросы „по своей части“. Кто-то из членов комиссии прикрепил к своей груди

„замарбличенную“, внешне совершенно темную лампочку, и, как бы он ни приседал, отпрыгивал в сторону, тупорылая акула со взаимно перпендикулярными плавниками все время самонаводилась на его грудь — это впечатляло... Маршал авиации Жаворонков дал высокую оценку нашей работе и рассказал, чего стоит авиации обычными бомбами поразить не только боевой огрызающийся корабль, но даже скромную баржу. И когда в октябре 1946 г. на натуральных испытаниях в Евпатории, где я был вместе с Сергеем Алексеевичем, было получено прямое попадание в баржу, мы молча обнялись... Это был один из первых шагов по созданию сверхточного оружия, только недавно разработанного в Америке.

Дружба наша продолжалась и после завершения совместных работ. Я чувствовал себя родным в его семье. Сергей Алексеевич никогда не скрывал своих симпатий и антипатий. Помню, когда уже наметился переезд в Киев, я стал подшучивать, что ему придется стать „Лебедежкой“, а он со всей серьезностью отвечал: „Да буду ли Лебедевым, Лебедежкой или Лейбедежкой — я останусь таким же. Разве дело в этом?“.

Таким он был — талантливым ученым и скромным человеком, терпеливым воспитателем и строгим руководителем, рассудительным и смелым в действиях, терпимым к ошибкам, но ненавидящим подлость и измену».

Д.В. Свечарник отметил лишь часть работ, выполненных Сергеем Алексеевичем в ВЭИ. Однако, находясь в Свердловске, он в удивительно короткие сроки разработал быстро принятую на вооружение систему стабилизации танкового орудия при прицеливании. Никто не знает, скольким танкистам в годы войны она спасла жизнь, позволяя наводить и стрелять из орудия без остановки машины, что делало танк менее уязвимым. За эту работу С.А. Лебедев был награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

Почти каждая работа ученого в области энергетики требовала создания вычислительных средств для выполнения расчетов в процессе ее проведения либо для включения их в состав разрабатываемых устройств. Так, для расчета тысячекilометровой сверхмощной (9600 МВт) линии электропередачи Куйбышевский гидроузел — Москва пришлось создать высокоавтоматизированную установку из мощных индуктивностей и емкостей, реализующую математическую модель линии. Это грандиозное сооружение было установлено в одном из зданий на площади Ногина в Москве. Второй экземпляр модели был собран в Свердловске. Использование модели, а по существу — специализированного вычислительного устройства, позволило быстро и качественно провести необходимые расчеты и составить проектное: задание на уникальную линию электропередачи.

Для системы стабилизации танковой пушки и автоматического устройства самонаведения на цель авиационной торпеды потребовалось разработать аналоговые вычислительные элементы, выполняющие основные арифметические операции, а также действия дифференцирования и интегрирования. Развивая это направление, в 1945 г. Лебедев создал первую в стране электронную аналоговую вычислительную машину для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, которые часто встречаются в задачах, связанных с энергетикой.



Двоичная система также не осталась вне поля зрения ученого. Его жена, Алиса Григорьевна, вспоминает, как в первые месяцы войны по вечерам, когда Москва погружалась в темноту, муж уходил в ванную комнату и там при свете газовой горелки писал непонятные ей единицы и нолики...

В.В. Бардиж, заместитель Лебедева по лаборатории, в которой создавалась БЭСМ, утверждает, что если бы не война, то работу над созданием вычислительной машины с использованием двоичной системы счисления ученый начал бы раньше (об этом говорил сам Сергей Алексеевич).

То, что интерес к цифровым средствам вычислений проявился у ученого до войны, подтверждает и профессор А.В. Нетушил. После окончания четвертого курса Московского энергетического института производственную практику он провел в ВЭИ — в отделе Сергея Алексеевича.

«За месяц производственной практики, — вспоминает он, — я познакомился с работами отдела и удивительно четкой системой руководства Лебедевым большой группой талантливых молодых ученых, каждый из которых имел свои научные интересы, но все вместе искали свое место в большой науке. По определенному графику Лебедев очень организованно и четко, по крайней мере раз в месяц, проводил один день в каждой группе, подробно знакомился с состоянием работ, вникая при этом во все детали.

Центром научной мысли была библиотека, в кулуарах которой часто можно было слушать жаркие научные споры. Сергея Алексеевича не было слышно, но его замечания были очень весомы, сдержанны, лаконичны. Он пользовался очень большим уважением и любовью. Мои первые впечатления были о нем как о недостижимом авторитете, в точности и строгости суждений которого никогда не было сомнений. Я не мог даже думать, что с этим маленьким молчаливым человеком с пристальным взглядом через очки у меня когда-нибудь установятся простые дружеские отношения и глубокая симпатия, по-видимому, взаимная.

Следующая моя производственная практика была уже преддипломной и также проходила в ВЭИ в отделе С.А. Лебедева в 1936 г. Мне была предложена тема по аналоговым элементам автоматики и измерительной техники с разработкой фотоэлектронного компенсатора.



Лебедев интересовался моей работой, иногда беседовал со мной. Однажды спросил, отдаю ли я себе отчет в том, что значит посвятить себя научной работе, и предупредил, что рассчитывать на особое благополучие не приходится и надо быть готовым к нужде. Я принял это как должное.

Весной 1937 г. состоялась защита наших дипломных проектов. Направление на работу по окончании института я получил в ВЭИ, но когда подал свои документы с автобиографией, в которой было написано, что поддерживаю связь с репрессированным отцом, то в руководстве института возникло замешательство и, несмотря на все старания С.А. Лебедева, меня на работу как сына „врага народа“ не приняли. Работавший в Секции электросвязи Академии наук СССР К.М. Поливанов, лекции которого я прилежно посещал, в 1939 г. пригласил меня в лабораторию магнитной дефектоскопии, где я впервые приобщился к дискретной вычислительной технике.

Перед группой Поливанова была поставлена задача: по магнитному полю, создаваемому в железнодорожном рельсе, автоматически обнаружить дефекты в сварных швах. Исследование магнитных полей при различных намагничиваниях участка рельса привело к выводу о возможности диагностирования повреждений по количеству импульсов, наводимых в индикаторе. Возникла задача построения различных электронных быстродействующих счетчиков импульсов.

Результатом моих исследований явилась кандидатская диссертация на тему „Анализ триггерных элементов быстродействующих счетчиков импульсов“. Как известно, электронные триггеры стали позднее основными элементами цифровой вычислительной техники. С самого начала этой работы в 1939 г. и до ее защиты С.А. Лебедев с вниманием и одобрением относился к моим исследованиям. Он согласился быть оппонентом по диссертации, защита которой состоялась в конце 1945 г. В то время еще никто не подозревал, что Лебедев начинает вынашивать идеи создания цифровых электронных вычислительных машин, сделавших его имя бессмертным».

## Говорят архивы

В Киеве, в Национальной академии наук Украины, где создавалась МЭСМ, сохранена конструкторская документация и папки с материалами о первой отечественной ЭВМ, многие из которых составлены С.А. Лебедевым. Чья-то заботливая рука сорок лет назад написала на них: «Хранить вечно».

Перелистаем некоторые. В короткой записке, направленной в Совет по координации Академии наук СССР в начале 1957 г., Лебедев пишет «Ибыстродействующими электронными счетными машинами я начал заниматься в конце 1948 г. В 1948–1949 гг. мной были разработаны основные принципы построения подобных машин. Учитывая их исключительное значение для нашего народного хозяйства, а также отсутствие в Союзе какого-либо опыта их постройки и эксплуатации, я принял 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 намечено первоначально создать действующий макет машины с последующим его переводом в малую электронную счетную машину. Чтобы не задерживать разработку, запоминающее устройство пришлось выполнить на триггерных ячейках, что ограничило его емкость. Разработка основных элементов была проведена в 1948 г... К концу 1949 г. были разработаны общая компоновка машины и принципиальные схемы ее блоков. В первой половине 1950 г. изготовлены отдельные блоки и приступили к их отладке во взаимосвязи; к концу 1950 г. отладка созданного макета была закончена. Действующий макет успешно демонстрировался комиссии».

Через два месяца после демонстрации макета С.А. Лебедев выступил на закрытом ученом совете Института электротехники и теплоэнергетики АН Украины. Сохранился протокол ученого совета, который впервые был опубликован в журнале «Управляющие системы и машины» (1992, № 1/2). Учитывая значение этого документа для истории вычислительной техники, приведем его полностью.

### **Секретно Экз.**

#### **Протокол № 1 заседания закрытого ученого совета института электротехники и теплоэнергетики АН УССР от 8 января 1951 г.**

Присутствовали:

члены ученого совета: действ, чл. АН УССР И.Т. Швец, чл. АН УССР С.А. Лебедев, чл. — кор. АН УССР С.И. Тетельбаум, д-ра техн. наук А.Д. Нестеренко, В.И. Толубинский, канд. техн. наук Л.В. Цукерник, Е.В. Хрущева, А.Н. Милях, А.И. Петров.

Приглашенные:

председатель Бюро ОТН, действ, чл. АН УССР Н.Н. Доброхотов.

Институт математики: директор ин-та, действ, чл. АН УССР А.Ю. Ишлинский, зав. отделом И.Б. Погребыский, д-р техн. наук С.Г. Крейн.

Институт электротехники: сотрудники лаборатории моделирования и регулирования (зав. лаб. С.А. Лебедев), канд. техн. наук Л.Н. Дашевский, канд. техн.

наук Е.А. Шкабара, мл. науч. сотр. З.Л. Рабинович, инженер С.Б. Погребинский, сотрудник лаборатории автоматике, канд. техн. наук Г.К. Нечаев.

Повестка дня:

1. Счетно-решающая электронная машина (доклад директора Института электротехники АН УССР, действ. чл. АН УССР С.А. Лебедева).

Слушали: Доклад действ. чл. АН УССР С.А. Лебедева «Счетно-решающая электронная машина».

Принцип работы быстродействующей машины — принцип арифмометра. Основные требования к такой машине — ускорение и автоматизация счета. Перед лабораторией была поставлена задача создать работающий макет электронной быстродействующей счетной машины. При разработке макета нами был принят ряд ограничений. Скорость операций принята равной 100 операциям в секунду. Количество знаков ограничено пятью в десятичной системе (16 знаков двоичной системы).

Машина может производить сложение, вычитание, умножение, деление и ряд таких действий, как сравнение, сдвиг, останов, предусмотрена возможность добавления операций.

Основным элементом электронной счетной машины является элемент, позволяющий производить суммирование. Применены электронные реле (триггерные ячейки), в которых осуществляется перебрасывание тока > из одной лампы в другую путем подачи импульсов на сетку. Это дает возможность производить действие сложения, из которого образуются и все остальные действия. Вместо десятичной системы применяется двоичная, что определяется свойствами триггерных ячеек (С.А. Лебедев поясняет работу машины по схеме). Кроме элементов для счета, машина должна иметь элементы, которые управляют процессом вычислений. Такими элементами являются разрешающие устройства и элементы запоминания.

В 1951 году перед лабораторией поставлена задача — перевести макет в работающую машину. Препятствием для этого пока является отсутствие автоматического ввода исходных данных и автоматического вывода полученных результатов. Автоматизация этих операций будет осуществлена с помощью магнитной записи, которая разрабатывается Институтом физики (в лаборатории чл. — кор. АН УССР А.А. Харкевича).

Вопросы задавали:

Н.Н. Доброхотов. Какие еще счетные машины разрабатываются в Советском Союзе и если разрабатываются, то на каком принципе?

А.И. Петров. Какова область применения машины?

А.Ю. Ишлинский. 1) Какова продолжительность жизни элементов машины? 2) Какова надежность работы машины в связи с выходом из строя какого-либо элемента? 3) Как удалось использовать заграничные технические материалы? 4) Какова должна быть квалификация операторов?

Г.К. Нечаев. Каково соотношение по времени счета и вывода (ввода) задания при автоматической работе машины?

И.Т. Швец. 1) Состояние разработки электронно-счетных машин в других учреждениях? 2) Каково положение с разработкой счетных машин за границей и каковы их параметры в сравнении с нашей? 3) Кто разработал триггерные ячейки, с каких пор они известны и где еще применяются? 4) Каково участие в этой комплексной работе

Института математики АН УССР, Института физики АН УССР и Института точной механики и вычислительной техники АН СССР?

Л.И. Цукерник. Каковы оригинальные решения, примененные в разработанной Институтом электротехники АН УССР машине?

С.Г. Крейн. Какие задания будет выполнять разработанная машина, когда она будет автоматизирована?

С.А. Лебедев. Отвечаю, группируя однородные вопросы. Я имею данные по 18 машинам, разработанным американцами, эти данные носят характер рекламы, без каких-либо сведений о том, как машины устроены (см. Приложение 1. — *Прим. авт.*). В вопросе постройки счетных машин мы должны догнать за границу и должны это сделать быстро.

По данным заграничной литературы, проектирование и постройка машины ведется 5–10 лет, мы хотим осуществить постройку машины за 2 года. Показатели американских машин следующие: время умножения на ЭНИАК 5,5 мс, на ЭДВАК 4 мс, на нашей машине 8–9 мс.

Кроме Института электротехники АН УССР, разработкой машины занимаются: а) СКБ-245 Министерства машиностроения и приборостроения; вначале они разрабатывали машину с применением реле, но теперь они перешли на использование электроники; б) Энергетический институт АН СССР; он использует триггерные ячейки; в) Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР, комплексно с которым проводится наша работа. Эта машина такая же, как МЭСМ, но она рассчитана на быстроедействие большее, чем для существующих американских машин. Время операции в этой машине будет равно 0,2 мс (речь идет о БЭСМ. — *Прим. автора*).

Принципиально новым в нашей машине является суммирующий элемент, а также решение вопросов осуществления взаимосвязи отдельных элементов машины. Основным принципом при создании, машины было использование лишь проверенных, известных элементов, в том числе триггерных схем.

Область применения машины весьма широкая. На ней могут быть в принципе решены все задачи, которые могут быть сведены к численному решению. С помощью машины может производиться решение дифференциальных уравнений, составление всевозможных таблиц. Преимущественное применение этих машин — проведение однотипных расчетов с различными исходными данными (подсчет траекторий управляемых снарядов). Появление электронных счетных машин дает возможность применять новые математические методы для решения задач статистической физики.

Использовать заграничный опыт трудно, так как опубликованные сведения весьма скупы.

Работающие на машине должны быть трех типов: математики (составление программ); операторы (нахождение повреждений в машине); совмещающие обе указанные специальности.

Для существующей машины время ввода данных и вывода результатов равно времени проведения операции.

Участие Института математики АН УССР выражается в совместной разработке вопросов программирования. Участие Института физики АН УССР выражается в разработке магнитной записи.

Повышение надежности машины мы осуществляем предварительной тренировкой ламп. Выход из строя каких-то элементов машины может быть легко обнаружен.



Выступили:

А.Ю. Ишлинский. Создание макета является одним из крупных достижений Отделения технических наук и С.А. Лебедева. О значении машины дискутировать нечего. Наличие электронной машины снимает многие трудности и позволит не применять тех сложных методов вычислений, которые в настоящее время применяются. Ясно, что такие машины найдут очень широкое применение как в оборонной промышленности, так и в науке.

Разработка такой машины является большим достижением в науке. В дальнейшем не следует машину загружать однотипными вычислениями прикладного характера, а нужно с ее помощью вести научные исследования.

Н.Н. Доброхотов. Важность проводимых по счетной машине работ совершенно очевидна. Задача АН УССР — разработать лучшую в сравнении с заграницей машину. Чтобы машина была сконструирована лучше, необходимо организовать обмен мнениями, необходимо организовать дискуссии по принципиальным вопросам разработки машин. Необходимо обсудить работу в масштабе Союза ССР.

С.И. Тетельбаум. Надо значительно расширить штаты и материальную базу для ускорения проведения этих важных работ.

С.Г. Крейн. Применение электронной машины даст возможность применять ряд новых методов в технике. В связи с этим необходимо максимальное развитие проводимых по машине работ.

И.Т. Швец. Чувство удовлетворения и гордости за нашу Академию наук вызвал доклад С.А. Лебедева, заслушанный сейчас. Работа по электронным счетным машинам относится к числу важнейших работ Академии наук УССР. Необходимо максимально способствовать развитию этих работ и ускорить отработку машины. К числу недочетов необходимо отнести следующее: 1) С.А. Лебедев не борется за приоритет Академии наук УССР по этой работе; 2) комплексирование работы проводится недостаточное, надо проводить работу в более тесной связи с Институтами математики АН УССР и физики АН УССР; 3) не следует использовать в применении к машине термин «логические операции», машина не может производить логических операций; лучше заменить этот термин другим. Я считаю, что размах работы, конечно, надо увеличить, но нельзя сказать, что эта работа — самая главная в Академии наук УССР; надо также помнить, что ассигнования Академии наук в 1951 г. уменьшаются. Необходимо детально продумать, о чем следует просить Президиум АН УССР для скорейшего проведения работы.

С.А. Лебедев. Я должен подчеркнуть, что значение работы по счетно-решающим машинам очень велико. В качестве примера можно привести следующее. Единственным эффективным способом борьбы с дальними ракетами является посылка встречной ракеты. Для этого нужно определить возможную точку встречи. Применение счетно-решающей машины позволит быстро провести необходимые подсчеты траекторий полета ракет, что обеспечит точное попадание. В отношении созыва совещания по счетно-решающим машинам могу сообщить, что по заданию правительства эскизный проект машины будет закончен в I квартале 1951 г. Этот эскизный проект будет передан на рассмотрение экспертам, где он будет весьма тщательно рассмотрен. Согласен, что надо в большей степени привлечь Институты математики и физики АН УССР. Связь с Институтом точной механики и вычислительной техники АН СССР имеется не только по линии финансирования (хотя

это важно, так как дало возможность быстро создать макет машины), но и по научной линии. В отношении использования машины для расчетов трудно будет отказывать нуждающимся в расчетах, так как вопросы счетной техники стоят в настоящее время весьма остро.

Постановили:

1. Отметить, что работы, проведенные в Институте электротехники АН УССР под руководством действ. чл. АН УССР С.А. Лебедева по разработке электронной счетно-решающей машины, являются весьма актуальными и имеют большое научное и практическое значение, связанное с оборонными нуждами СССР и задачами научно-исследовательских работ в различных областях науки и техники.

2. Рекомендовать директору Института электротехники АН УССР, действ. чл. АН УССР С.А. Лебедеву войти в Президиум АН УССР с ходатайством об осуществлении мероприятий, направленных на дальнейшее развертывание работ по созданию советской электронной счетно-решающей машины, с тем, чтобы значительно ускорить темпы работ, расширить экспериментальную базу в Феофании, подготовить требующиеся кадры, обеспечить необходимое участие в этой работе других институтов АН УССР.

3. Отмечая комплексный характер работы, проводимой Институтом электротехники АН УССР совместно с Институтом точной механики и вычислительной техники АН СССР, с Институтами математики и физики АН УССР, считать целесообразным разработать мероприятия для наиболее эффективного проведения совместных исследовательских и конструкторских работ на основе комплексного участия в них научных учреждений АН СССР, АН УССР, а также Министерства приборостроения и машиностроения СССР.

Председатель ученого совета действ. чл. АН УССР И.Т. Швец,  
Ученый секретарь Е.В. Хрущова.

Существует еще один важный документ, позволяющий с точностью до месяца представить этапы разработки первой отечественной ЭВМ — МЭСМ (публикуется впервые).

Секретно Экз.

Этапы разработки первой электронной (малой) счетной машины

1. Октябрь-декабрь 1948 г. Разработка общих принципов построения электронных счетных машин.
2. Январь-март 1949 г. Даны общие направления для разработки отдельных элементов. Семинары по счетным машинам с участием представителей Институтов математики и физики АН УССР.
3. Март-апрель 1949 г. Разработка триггеров на лампах 6Н9М и 6Н15. Разработка разрешающих устройств на тех же лампах. Разработка генераторов импульсов. Разработка счетчиков на лампах 6Н15.
4. Май-июнь 1949 г. Разработка арифметического устройства на лампах 6Н15 (1-й вариант). Переезд в новое помещение и оборудование лаборатории.

5. Июль- Разработка арифметического устройства на лампах 6Н9 (2-й вариант).  
сентябрь Разработка статистических элементов запоминания. Разработка  
1949 г. электронных коммутаторов.
6. Октябрь- Создание принципиальной блок-схемы макета машины. Разработка  
декабрь общей компоновки машины. Конструирование и изготовление каркаса  
1949 г. машины.
7. Январь- Разработка и изготовление отдельных блоков и их отладка. Разработка и  
март 1950 г. изготовление пульта управления машиной. Разработка ТУ на магнитное  
запоминание.  
Установка блоков на каркасе и монтаж межблочных соединений. Монтаж  
связей между каркасом и пультом. Отладка на каркасе блоков и групп
8. Апрель- блоков во взаимодействии. Работы по магнитному запоминанию в  
июль 1950 г. Институте физики АН УССР. Образование в Киеве группы Института  
точной механики и вычислительной техники АН СССР.
9. Август- Отладка управления машиной от пульта. Первый пробный пуск макета  
ноябрь 1950 г. машины (6.11.1950 г.).
10. Ноябрь- Увеличение количества блоков запоминания для расширения емкости  
декабрь запоминающего устройства. Отработка операций сложения и вычитания.  
1950 г. Отработка операций умножения и сравнения.  
Демонстрация (4 января 1951 г.) действующего макета приемной
11. Январь- комиссии. Составление акта окончания работ по макету. Во время  
февраль демонстрации на макете решались задачи по вычислению суммы  
1951 г. нечетного ряда факториала числа, возведение в степень. Начата переделка  
макета в электронную (малую) машину.  
Разработка систем постоянных чисел и команд. Введение  
фотографической записи результата. Разработка системы управления
12. Март- магнитным запоминанием. Введение в эксплуатацию постоянных чисел и  
май 1951 г. команд. Демонстрация работы машины Правительственной комиссии и  
Комиссии экспертов.  
Приспособление сортировки с перфокартами для ввода исходных данных  
в машину. Введение новых блоков для осуществления операций сложения
13. Июнь- команд, ввода подпрограмм, связи с магнитной записью кодов. Монтаж и  
август 1951 г. отладка управления системой магнитного запоминания. Выход  
г. правительственного постановления ( № 2759–1321 от I.VII.51 г.),  
обязывающего ввести в эксплуатацию Электронную (малую) машину в  
IV квартале 1951 г.
14. Август- Отработка деления и остальных операций. Переделка блоков  
ноябрь 1951 г. запоминания с целью увеличения надежности. Окончание переделки  
г. макета в малую машину и опробование ее в целом перед пуском.
15. Декабрь Пуск Электронной (малой) машины в эксплуатацию (25.XII.51 г.).  
1951 г. Решение на машине реальных задач: вычисление функций распределения

$$p = \frac{1}{C_{2n}^n} \sum_{k=-\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} (-1)^k C_{2n}^{n-k}$$

вероятностей

Подсчитано 585 значений  $p$  с

точностью до единицы 5-го знака, для чего произведено около 250 тыс. операций. Подсчеты произведены за 2,5 ч. На основании вычислений составлены таблицы, предназначенные для определения однородности артиллерийских орудий с точки зрения одинакового технического рассеивания. Эти же таблицы применяются для установки режима работы станков автоматов по качеству продукции.

16. Январь 1952 г. Доклад действ, чл. АН УССР С.А. Лебедева (4 января 1952 г.) на Президиуме АН СССР с принятием постановления о пуске в эксплуатацию Электронной (малой) счетной машины. Доклад действ, чл. АН УССР С.А. Лебедева (11 января 1952 г.) на Президиуме АН УССР о пуске в эксплуатацию Электронной (малой) счетной машины.

Выполнение заказов по расчетам на Электронной счетной машине.

- 12 января 1952 г.

$$x(\theta) = \varphi + \int_{\varphi}^{\theta} \alpha \frac{\cos \varphi - \cos \theta}{\beta - \cos \varphi} \alpha \varphi$$

Вычисление функций

Подсчитано 2100

значений  $x$  что потребовало выполнения свыше миллиона операций.

- 25 января 1952 г. Вычисление функций  $x = \text{tg}(x/h)$  Подсчитано 850 значений  $x$ , для чего произведено около миллиона операций.

$$I(\alpha, a) = \int_0^a e^{-(a-x)\alpha} \sin x^2 dx$$

17. Февраль-май 1952 г. Расчет значений интеграла типа Френеля. Наладка и ввод в эксплуатацию системы магнитного запоминания. Выполнение расчетов по устойчивости систем сверхмощных электропередач Куйбышев-Москва.

18. Июнь-сентябрь 1952 г. Увеличение числа разрядов машины с 16-ти до 20-ти для повышения точности расчетов до шестого десятичного знака.

19. Октябрь-ноябрь 1952 г. Выполнение по заданию Главволгосеть-электростроя расчетов процессов втягивания в синхронизм мощных синхронных генераторов по параметрам Куйбышевской ГЭС.

Аналогичные расчеты запрограммированы по заданию Укрводохлопка, проектирующего крупные насосные станции для великих строек коммунизма.

Главный конструктор электронной счетной машины, действ, чл. АН УССР С.А. Лебедев.

## Киев — родина МЭСМ

МЭСМ была задумана С.А. Лебедевым как модель Большой электронной счетной машины (БЭСМ). Вначале она так и называлась — Модель электронной счетной машины. В процессе ее создания стала очевидной целесообразность превращения ее в малую ЭВМ. Для этого были добавлены устройства ввода и вывода информации, память на магнитном барабане, увеличена разрядность. И слово «модель» было заменено словом «малая».

Каким образом Киев, Академия наук Украины оказались местом, где была создана первая ЭВМ?

В автобиографии, хранящейся в личном деле Сергея Алексеевича, есть ответ на этот вопрос. Он звучит очень буднично: был приглашен в Академию наук Украины на должность директора Института энергетики. Однако в жизни все было сложнее. Много определял «господин случай». И не приехал бы Сергей Алексеевич в Киев, если бы... Их много, этих «если бы». Небезынтересно пройти по их цепочке, тем более что она уходит в... XIX в. и касается человека, сыгравшего огромную роль в жизни С.А. Лебедева.

...В 80-х годах прошлого века одна русская семья, возвращаясь из Парижа в Россию, взяла с собой двухлетнего мальчика-сироту. В Казани, где поселилась семья, его воспитывала немка. Мальчик, нареченный Алексеем Лаврентьевым, оказался на редкость здоровым и умным. Окончив гимназию и Казанский университет, стал профессором математики и химии этого же университета. В 1900 г. в семье профессора родился сын Михаил — будущий академик Михаил Алексеевич Лаврентьев. Уезжая в длительную заграничную командировку в Геттингенский университет, отец взял десятилетнего сына с собой. Вернулись накануне Первой мировой войны. Михаил настолько забыл русский язык, что не смог сдать экзамены в гимназию и поступил в Казанское коммерческое училище. Зато позднее с блеском окончил Казанский и Московский университеты, стал доктором физико-математических наук. Года за три до войны судьба свела его с президентом Академии наук Украины — академиком А.А. Богомольцем, с которым оказались в одном вагоне. Молодой ученый с огромной жизненной энергией очень понравился президенту. Тут же, в поезде, он пригласил его на работу в академию. В 1939 г. Лаврентьев стал директором Института математики и был избран в академики АН Украины.

Когда сотрудники Академии наук Украины эвакуировались из Уфы в Киев, им пришлось задержаться в Москве в связи с болезнью Богомольца. Он находился в одном из подмосковных санаториев. Замещал президента М.А. Лаврентьев, он-то и рассказал о Лебедеве Богомольцу, представив его как яркую личность, специалиста в области энергетики, электротехники и электроники. Президент заинтересовался и выразил желание познакомиться. И был не разочарован.

В 1945 г., когда Академия наук Украины получила возможность пригласить на 15 вакантных мест в члены академии ученых из любых городов страны (с условием переезда в Киев), Богомольец вспомнил о Лебедеве. И предложил ему баллотироваться в академики, а также должность директора Института энергетики АН Украины. Алиса Григорьевна, его жена, связанная с музыкальным миром столицы, несмотря на

обещание президента предоставить в Киеве хорошую квартиру вместо неудобной и тесной московской, предложила бросить жребий. К счастью, выпал Киев!

В 1946 г. семья Лебедевых покинула Москву. Через год Институт энергетики разделился на два: электротехники и теплоэнергетики.



Сергей Алексеевич стал директором первого и добавил к существовавшим лабораториям электротехнического профиля свою лабораторию моделирования и регулирования. Судя по ее названию, он не предполагал сразу развернуть работы по вычислительной технике, предпочитая им привычные исследования в области технических средств стабилизации и устройств автоматики. Совместно с лабораторией Л.В. Цукерника Лебедев продолжал исследования по управлению энергосистемами. За разработку устройств компаунирования генераторов электростанций, повышающих устойчивость энергосистем и улучшающих работу электроустановок, в 1950 г. С.А. Лебедеву и Л.В. Цукернику была присуждена Государственная премия СССР.

Возможно, к окончательному решению заняться разработкой цифровой ЭВМ С.А. Лебедева подтолкнул М.А. Лаврентьев. Такое мнение высказывали Глушков, Крейн (запрограммировавший совместно с С.А. Авраменко первую задачу для МЭСМ:  $y^n + y = 0$ ;  $y(0) = 0$ ;  $y(\pi) = 0$ ) и О.А. Богомолец. Последний в 1946–1948 гг, выполняя правительственные поручения, несколько раз бывал в Швейцарии. Будучи заядлым радиолобителем, он собирал интересующие его проспекты и журналы с сообщениями о цифровых вычислительных устройствах. Приехав в Киев летом 1948 г, он показал

журналы Лаврентьеву, тот — Лебедеву. Может быть, знакомство с рекламой помогло принять давно зрелее решение.

С осени 1948 г. С.А. Лебедев ориентировал лабораторию на создание МЭСМ. Продумав основы ее построения, он в январе-марте 1949 г. представил их для обсуждения на созданном им семинаре, в котором участвовали М.А. Лаврентьев, Б.В. Гнеденко, А.Ю. Ишлинский, А.А. Харкевич и сотрудники лаборатории. Предварительно, осенью 1948 г, он пригласил в Киев А.А. Дородницына и К.А. Семендяева для окончательного определения набора логических операций МЭСМ.

Однако наиболее трудной частью работы явилось практическое создание МЭСМ. Думаю, что только разносторонний предыдущий опыт исследований позволил Сергею Алексеевичу с блеском справиться с труднейшей задачей технического воплощения принципов построения ЭВМ.

Один просчет все же был допущен. Под МЭСМ было отведено помещение на нижнем этаже двухэтажного здания, в котором размещалась лаборатория. Когда ее смонтировали и включили под напряжение, шесть тысяч раскаленных электронных ламп превратили помещение в тропики. Пришлось удалить часть потолка, чтобы отвести из комнаты хотя бы часть тепла.

В проектировании, монтаже, отладке и эксплуатации МЭСМ активно участвовали сотрудники лаборатории Лебедева: кандидаты наук Л.Н. Дашевский и Е.А. Шкабара, инженеры С.Б. Погребинский, Р.Г. Офенгенген, А.Л. Гладыш, В.В. Крайницкий, И.П. Окулова, З.С. Зорина-Рапота, техники-монтажники С.Б. Розенцвайг, А.Г. Семеновский, М.Д. Шулейко, а также сотрудники и аспиранты лаборатории: Л.А. Абальшникова, М.А. Беляев, Е.Б. Ботвиновская, А.А. Дашевская, Е.Е. Дедешко, А.А. Заика, А.И. Кондалев, И.В. Лисовский, Ю.С. Мозыра, Н.А. Михайленко, З.Л. Рабинович, И.Т. Пархоменко, Т.Н. Пецух, М.М. Пиневиц, Н.П. Похило, Р.Я. Черняк.

Дашевский и Шкабара — основные помощники С.А. Лебедева — в книге «Как это начиналось» рассказали о том, как создавалась МЭСМ:

«Вначале Сергей Алексеевич разработал и предложил генеральную блок-схему машины, которая должна была содержать, как теперь уже стало общепринятым, основные устройства: арифметическое, запоминающее, управляющее, ввода-вывода и некоторые внешние для подготовки и расшифровки информации (с перфолент и перфокарт).

Следует отметить, что большую часть этих проектных работ выполнял Сергей Алексеевич лично, привлекая для разработки структурных схем только своих ближайших помощников. Работы обычно проводились по вечерам и в ночное время у Сергея Алексеевича дома, так как на первых порах много времени занимали организационные дела...

В таком сложном режиме приходилось работать, пока не были закончены структурные схемы всех главных узлов машины.

Все мы, уезжая рано утром на работу, возвращались поздно вечером или вообще не возвращались, оставаясь ночевать в Феофании; в воскресенье (суббота тогда была рабочим днем) тоже часто работали в лаборатории.

Не было опыта подобных работ, негде было узнать или прочесть о них. Дело ведь беспрецедентное. Работа велась с утра до позднего вечера.

... К осени 1951 г. машина „начала нормально дышать“, т. е. достаточно устойчиво выполняла комплексную тестовую программу, и можно было переходить к решению

пробных реальных задач.

Первая пробная задача была выбрана из области баллистики с весьма существенными упрощениями (не учитывалось сопротивление воздуха). Программа была составлена работавшими с нами математиками С.Г. Крейном и С.А. Авраменко. При этом контрольный расчет был выполнен ими непосредственно в двоичной системе, что обеспечило возможность проверки машины по циклам и по тактам, наблюдая по сигнализации пульта управления за правильностью выполнения программы.

В это время произошел весьма примечательный эпизод: электронная вычислительная машина впервые обнаружила и локализовала ошибку проводивших контрольный расчет двух высококвалифицированных математиков. При этом математики выполняли расчеты контрольного примера независимо и оба ошиблись в одном и том же месте. Суть расчетов заключалась в следующем: закон движения объекта, имеющего определенную массу и начальную скорость и запускаемого под определенным углом к поверхности, представляет собой уравнение параболы (без учета сопротивления воздуха). Решая это уравнение, можно определить текущие координаты запускаемого объекта в течение всего времени полета, а также расстояние от точки запуска до точки падения. Возможность точного аналитического численного решения этой задачи позволяет проверить работу машины и оценить получаемую точность. Траектория была разбита на 32 отрезка, на каждом из которых рассчитывались координаты объекта.

Вначале все шло хорошо. Результаты машинного расчета во всех 20 двоичных разрядах полностью совпадали с теми, что были получены вручную (это вызывало бурю восторга всех присутствующих), но на восьмом отрезке обнаружилось совершенно незначительное расхождение, которого не должно было быть. Все должно было совпадать абсолютно точно. Многократные повторения расчетов ничего не изменили. Машина давала один и тот же результат, отличавшийся от ручного счета на одну единицу младшего разряда. Все немедленно „повесили носы“. Расхождений не могло быть. Один Сергей Алексеевич, который никогда не верил в „чудеса“, сказал: „Я сам проверю ручной счет до 9-й точки“. И проверил (при расчете в двоичной системе это была очень кропотливая и трудоемкая работа, но он ее никому не передоверил). Он оставил нас в сотый раз проверять расчеты машины, менять режимы, а сам удалился в другую комнату и аккуратнейшим образом в клетчатой ученической тетради выполнил необходимые вычисления. Расчеты продолжались целый день, а на другой он появился улыбающийся (что весьма редко бывало), очки были сдвинуты на лоб (что свидетельствовало об удаче), и сказал: „Не мучайте машину — она права. Не правы люди!“. Оказывается, он все же нашел ошибку в дублировавшемся ручном счете. Все были буквально потрясены и застыли в изумлении, как в заключительной сцене „Ревизора“. С.Г. Крейн и С.А. Авраменко бросились пересчитывать оставшиеся 24 точки, так как расчеты были рекуррентными и продолжать дальнейшую проверку при наличии ошибки в ручном счете было бессмысленно. Ее пришлось отложить на следующий день (это событие произошло в 2 часа ночи), и хотя многие энтузиасты не хотели ждать, Сергей Алексеевич не разрешил: „Надо же дать отдохнуть несколько часов машине. Пойдем и мы отдохнем. Завтра все будет в порядке!“. Так оно и было: утром были принесены новые расчеты, и машина их продублировала без всяких расхождений. Это была первая решенная нашей машиной реальная задача.





...В конце 1951 г. в Феофанию из Москвы приехала весьма представительная комиссия АН СССР для приемки в эксплуатацию МЭСМ.

Возглавлял эту комиссию академик М.В. Келдыш. В ее состав входили академики С.Л. Соболев, М.А. Лаврентьев и профессора К.А. Семендяев, А.Г. Курош. Три дня сдавала наша МЭСМ экзамены академической комиссии. И хотя экзамены были не конкурсные, так как конкурентов у нее не было, мы страшно волновались и всеми силами старались удержаться от того, чтобы не стоять под дверьми, как толпы любящих родителей, когда их единственные и ненаглядные чада сдают вступительные экзамены в вуз.

Академики с непроницаемыми лицами проходили из помещения МЭСМ, где они задавали ей всяческие „каверзные задачки“, в кабинет Сергея Алексеевича и там подолгу совещались.

Наконец испытания были закончены и комиссия решила: принять машину с 25 декабря 1951 г. в эксплуатацию. И вышла наша МЭСМ в люди. Ликование было всеобщим.

Тогда же приказом Президиума АН УССР за активное участие в разработке и создании первой отечественной ЭВМ МЭСМ была объявлена благодарность основным участникам этой работы: А.Л. Гладыш, Л.Н. Дашевскому, В.В. Крайницкому, И.П. Окуловой, С.Б. Погребинскому, З.С. Рапоте, С.Б. Розенцвайгу, А.Г. Семеновскому, Е.А. Шкабаре и сотрудникам Института физики за создание магнитного барабана Р.Г. Офенгенгену и М.Д. Шулейко.



Узнав, что в Феофании есть работающая ЭВМ, потянулась к нам вереница паломников — киевские, московские математики со своими задачами, которые

практически не могли быть решены без помощи ЭВМ, и МЭСМ начала круглосуточно решать очень важные в то время задачи.

С.А. Лебедев работал вдохновенно, увлекая сотрудников своим примером, прекрасным знанием дела, которому он посвятил по существу всю жизнь. При отладке МЭСМ он сутками не выходил из лаборатории, подкрепляя себя крепчайшим чаем».

«Время напряженной работы, озаренное счастьем творческого труда с С.А. Лебедевым, я не забуду никогда!» — скажет Е.А. Шкабара при вручении ей и Л.Н. Дашевскому (посмертно) премии им. С.А. Лебедева Академии наук Украины в год 40-летия ввода МЭСМ в эксплуатацию.

Если вспомнить короткие сроки, в которые была спроектирована, смонтирована и отлажена МЭСМ, — два года, и учесть, что в ее разработке и создании участвовали 12 человек (вместе с Лебедевым), которым помогали 15 техников и монтажников (в создании первой американской ЭВМ ЭНИАК помимо 13 основных исполнителей участвовали 200 техников и большое количество рабочих), то становится ясно, что С.А. Лебедев и возглавляемый им коллектив совершили подвиг!

4 января 1952 г. Президиум АН СССР заслушал доклад Лебедева о вводе малой электронно-цифровой счетной машины МЭСМ в эксплуатацию. В выписке из протокола заседания говорится:

**Сов. секретно**

**Экз.**

**Президиум Академии наук СССР**

**О вводе в эксплуатацию малой счетной электронной машины.**

**Докладчик проф. С.А. Лебедев.**

Выписка

Президиум Академии наук СССР отмечает, что, согласно постановлению Совета Министров СССР от 1.VII.1951 г. за № 2754–1321с, Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР совместно с Институтом электротехники АН УССР в IV квартале 1951 г. ввел в эксплуатацию малую счетную электронную машину, являющуюся первой в СССР быстродействующей электронной цифровой машиной, доведенной до состояния эксплуатации.

Придавая большое значение делу создания современных средств вычислительной техники и необходимости расширения этих работ, Президиум АН СССР постановляет:

1. Докладить Совету Министров СССР о вводе в эксплуатацию первой в СССР быстродействующей счетной электронной машины.

2. За успешную работу по созданию и вводу в эксплуатацию малой счетной электронной машины объявить благодарность руководителю работ действ. чл. АН УССР С.А. Лебедеву, ст. науч. сотр. Е.А. Шкабаре, Л.Н. Дашевскому, инженерам А.Л. Гладыш, В.В. Крайницкому и С.Б. Погребинскому.

3. Обязать Отделение физико-математических наук АН СССР всемерно усилить работу по подготовке к использованию быстродействующих электронных счетных машин в учреждениях Академии наук СССР.

Президент Академии наук СССР академик А.Н. Несмеянов,

Главный ученый секретарь Президиума Академии наук СССР академик А.В. Топчиев.



В 1952 г. (уже после переезда Лебедева в Москву) Институт электротехники АН Украины представил работу по созданию МЭСМ на соискание Государственной премии. В состав творческого коллектива были включены Лебедев, Дашевский, Шкабара.

Работа, безусловно, заслуживала премии. Жизнь это доказала: разработанные С.А. Лебедевым основы построения ЭВМ без принципиальных изменений используются и в современной вычислительной технике. Теперь они общеизвестны: 1) в состав ЭВМ должны входить устройства арифметики, памяти, ввода-вывода информации, управления; 2) программа вычислений кодируется и хранится в памяти подобно числам; 3) для кодирования чисел и команд следует использовать двоичную систему счисления; 4) вычисления должны осуществляться автоматически на основе хранимой в памяти программы и операций над командами; 5) в число операций помимо арифметических вводятся логические — сравнения, условного и безусловного переходов, конъюнкция, дизъюнкция, отрицание; 6) память строится по иерархическому принципу; 7) для вычислений используются численные методы решения задач. В 1950 г, когда был опробован макет МЭСМ, подобная машина работала лишь в Англии (ЭДСАК, ее автор М. Уилкс, 1949 г.). Причем в ЭДСАК было использовано арифметическое устройство последовательного действия, а в МЭСМ — параллельного, последнее более прогрессивно. Плодотворность идей, заложенных в МЭСМ, была со всей очевидностью подтверждена последующими работами коллективов, возглавляемых С.А. Лебедевым.

Комитет должен был учесть и то, что в 1952 г. МЭСМ была практически единственной в стране ЭВМ, на которой решались важнейшие научно-технические задачи из области термоядерных процессов (Я.Б. Зельдович), космических полетов и ракетной техники (М.В. Келдыш, А.А. Дородницын, А.А. Ляпунов), дальних линий электропередач (С.А. Лебедев), механики (Г.Н. Савин), статистического контроля качества (Р.Е. Гнеден-ко) и др.

Вот один из многих документов, свидетельствующих об этом.

*Академия наук*

*Союза Советских Социалистических республик*

*Отделение прикладной математики*

Секретно Экз.

26 ноября 1953 г. № 438с

Директору Института электротехники Академии наук УССР

члену-корреспонденту АН УССР А.Д. Нестеренко.

Дирекция Отделения прикладной математики Математического института им. В.А. Стеклова Академии наук СССР приносит глубокую благодарность Институту электротехники Академии наук УССР за участие в большой и важной вычислительной работе, выполненной с ноября 1952 г. по июль 1953 г. на малой электронной счетной машине конструкции академика С.А. Лебедева. За этот период научная группа Математического института АН СССР под руководством академика А.А. Дородницына и доктора физико-математических наук А.А. Ляпунова совместно с коллективом лаборатории № 1 (руководитель академик С.А. Лебедев) Института электротехники АН УССР провела весьма трудоемкие расчеты по трем сложным программам, выполнив на электронной машине около 50 млн. рабочих операций. Особенно следует отметить добросовестный и напряженный труд заместителя заведующего лабораторией Л.Н. Дашевского, главного инженера Р.Я. Черняка, инженеров А.Л. Гладыш, Е.Е. Дедешко, И.П. Окуловой, Т.Н. Пецух, С.Б. Погребинского и техников Ю.С. Мозыры, С.Б. Розенцвайга и А.Г. Семеновского. Эти сотрудники, не считаясь со временем, приложили много усилий для обеспечения бесперебойной и качественной работы машины.

Директор Отделения прикладной математики МИ АН СССР  
академик М.В. Келдыш.

И все же работа премии не получила!

Это был первый, но не последний случай непонимания огромной значимости научного творчества С.А. Лебедева, его вклада в становление и развитие вычислительной техники.

К сожалению, и руководство Академии наук Украины, во главе которого тогда стоял ученый-биолог, не понял (а может, и не старалось понять) важность работ ученого. Не помог и секретарь ЦК Компартии Украины И.Д. Назаренко, посетивший лабораторию Лебедева в конце 1950 г. Ознакомившись с МЭСМ и дальнейшими перспективами развития и применения цифровой электронной вычислительной техники, он выразил свое удивление и восхищение одним словом: «Колдовство».

Покидая лабораторию, сказал Лебедеву, что будет ждать предложений о развитии работ.

Президиум Академии наук Украины, заслушав через неделю доклад Сергея Алексеевича, послал в Центральный Комитет Компартии Украины письмо с более чем скромными просьбами.

Кстати, такое положение в Академии наук Украины и республике — непонимание и недооценка значения развития вычислительной техники — сохранялось все последующее десятилетие вплоть до появления В.М. Глушкова. Подтверждением этого может служить фраза из письма, посланного сотрудниками бывшей лаборатории Лебедева в ЦК компартии Украины в 1956 г. «Положение с вычислительной техникой в

республике граничит с преступлением перед государством...». В числе подписавшихся был и автор этой книги... Так был упущен подготовленный для Украины работами С.А. Лебедева шанс своевременного выхода на передовые позиции в важнейшей области науки и техники XX века.

Понимая значимость работ и сложное положение, в которое попал выдающийся ученый, М.А. Лаврентьев — тогда он был вице-президентом Академии наук Украины и директором Института математики — написал Сталину о необходимости ускорения исследований в области вычислительной техники, о перспективах использования ЭВМ, в том числе для оборонных целей. Результат оказался неожиданным для самого Михаила Алексеевича: его, математика, назначили директором созданного летом 1948 г. в Москве Института точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) АН СССР, которому правительство поручило разработку новых средств вычислительной техники.

Лаврентьев решил использовать опыт Лебедева, наглядно продемонстрировавшего свои творческие возможности. Сергей Алексеевич уже обдумывал и рисовал схемы и временные диаграммы для БЭСМ. В марте 1951 г. Лаврентьев создал в институте лабораторию № 1 и пригласил Лебедева на заведование ею. Так БЭСМ, задуманная и промоделированная в Киеве, стала разрабатываться в Москве...

Сергей Алексеевич в короткой статье «У колыбели первой ЭВМ», посвященной 70-летию М.А. Лаврентьева, высоко оценил его роль в создании МЭСМ и БЭСМ. Он писал: «В первые послевоенные годы я работал в Киеве. Меня только-только выбрали академиком Академии наук УССР, и под городом, в Феофании, создавалась лаборатория, где суждено было родиться первой советской электронно-вычислительной машине. Времена были трудные, страна восстанавливала разрушенное войной хозяйство, каждая мелочь была проблемой. И неизвестно, появился бы первенец советской вычислительной техники (МЭСМ. — *Прим. авт.*) в Феофании, не будь у нас доброго покровителя — Михаила Алексеевича Лаврентьева, который был тогда вице-президентом Академии наук УССР. Я до сих пор не перестаю удивляться и восхищаться той неукротимой энергией, с которой Лаврентьев отстаивал и пробивал свои идеи. По-моему, трудно найти человека, который, познакомившись с ним, не заразился бы его энтузиазмом.

..Вскоре Михаил Алексеевич назначается директором Института точной механики и вычислительной техники Академии наук СССР. Я был переведен в Москву, и начался новый этап в нашей совместной работе по созданию крупных цифровых электронно-вычислительных машин. Когда машина (БЭСМ. — *Прим. авт.*) была готова, она ничуть не уступала новейшим американским образцам и являла подлинное торжество идей ее создателей».



В Приложении 2 приведен (в сокращении) первый раздел из книги С.А. Лебедева, Л.Н. Дашевского, Е.А. Шкабары «Малая электронная счетная машина», ставшей для многих первым учебником по цифровой вычислительной технике.

После МЭСМ началась разработка специализированной ЭВМ (СЭСМ) для решения систем алгебраических уравнений (главный конструктор З.Л. Рабинович). Основные идеи построения СЭСМ выдвинул С.А. Лебедев. Это была его последняя работа в Киеве. Впоследствии специализированные ЭВМ (различного назначения) стали важным классом средств вычислительной техники. Это еще раз говорит о прозорливости ученого, выдвинувшего идею специализации ЭВМ на заре их создания.

Когда при отладке БЭСМ у москвичей встретились трудности, Лебедев пригласил в Москву для помощи в запуске машины группу сотрудников из своей бывшей лаборатории (Е.А. Щкабару, С.Б. Погребинского и др.). Это было мудрое решение: опыт и уверенность киевлян передались сотрудникам ИТМ и ВТ АН СССР, и отладка пошла быстрее. Сергей Алексеевич, по рассказам Погребинского, очень заботливо относился к своим помощникам — в редкие свободные дни ездил с ними «на природу» в подмосковные леса, приглашал к себе домой на чаепитие.

После отъезда Лебедева в Москву его ученики в Киеве Дашевский, Шкабара, Погребинский и другие приступили к разработке ЭВМ «Киев». Машина хотя и уступала по характеристикам новой лебедевской ЭВМ М-20, но вполне отвечала требованиям того времени. В 1958 г. бывшую лабораторию С.А. Лебедева возглавил В.М. Глушков. Под его руководством успешно завершилась разработка ЭВМ «Киев», которая долго использовалась в Вычислительном центре АН Украины, развернутом на базе лаборатории. Другой ее экземпляр был закуплен Объединенным институтом ядерных исследований, где также долго и успешно эксплуатировался.

Созданный в 1957 г. Вычислительный центр АН Украины в 1961 г. был преобразован в Институт кибернетики, который сегодня носит имя его создателя — В.М. Глушкова, продолжившего дело, начатое С.А. Лебедевым.

Выступая на ученом совете Института кибернетики АН Украины, посвященном 25-летию создания МЭСМ, Глушков так оценил значение МЭСМ для развития вычислительной техники на Украине и в стране: «Независимо от зарубежных ученых С.А. Лебедев разработал принципы построения ЭВМ с хранимой в памяти программой. (Публикации в открытой печати принципов построения ЭВМ, разработанных американским ученым Дж. фон Нейманом в 1946 г., стали появляться в 50-х годах. — *Прим, авт.*) Под его руководством была создана первая в континентальной Европе ЭВМ, в короткие сроки были решены важные научно-технические задачи, чем было положено начало советской школе программирования. Описание МЭСМ стало первым учебником в стране по вычислительной технике. МЭСМ явилась прототипом Большой электронной счетной машины БЭСМ; лаборатория С.А. Лебедева стала организационным зародышем Вычислительного центра АН Украины, а впоследствии Института кибернетики АН Украины».

Усилиями Глушкова и ученых его школы на Украине был восстановлен и многократно умножен научный и промышленный потенциал в области компьютеростроения.

Заслуги С.А. Лебедева перед украинской наукой не забыты. Одна из улиц Киева носит его имя. Академия наук Украины учредила премию его имени. Первым лауреатом ее стал М.А. Лаврентьев. Следующими — В.А. Мельников, З.Л. Рабинович и автор этой

книги. На здании, где располагался Институт электротехники АН Украины, директором которого был С.А. Лебедев, установлена мемориальная доска. Выступая в день ее открытия, президент АН Украины академик Б.Е. Патон сказал:

«Мы всегда будем гордиться тем, что именно в Академии наук Украины, в нашем родном Киеве расцвел талант С.А. Лебедева как выдающегося ученого в области вычислительной техники и математики, а также крупнейших автоматизированных систем. Он положил начало созданию в Киеве замечательной школы в области информатики. Его эстафету подхватил В.М. Глушков. И теперь у нас плодотворно работает один из крупнейших в мире Институт кибернетики им. В.М. Глушкова АН Украины.

Он жил и трудился в период бурного развития электроники, вычислительной техники, ракетостроения, освоения космоса и атомной энергии. Будучи патриотом своей страны, Сергей Алексеевич принял участие в крупнейших проектах И.В. Курчатова., С.П. Королева, В.М. Келдыша, обеспечивавших создание щита Родины. Во всех их работах роль электронных вычислительных машин, созданных Сергеем Алексеевичем, без преувеличения, огромна.

Его выдающиеся труды навсегда войдут в сокровищницу мировой науки и техники, а его имя должно стоять рядом с именами этих великих ученых».

## Творческое соперничество

Первые «кирпичи» в научный фундамент цифровой вычислительной техники закладывались в Москве. Однако после войны положение изменилось. В конце 40-х годов благодаря работам С.А. Лебедева центр новой науки переместился в Киев.

Когда академик Н.Г. Бруевич отдал приказ, в котором сообщил о своем назначении (16 июля 1948 г.) исполняющим обязанности директора ИТМ и ВТ, организованного в Академии наук СССР, он не знал, что в Киеве полным ходом идет работа по созданию МЭСМ. Первые сведения об ЭВМ в институт пришли в 1949 г. из-за рубежа. В иностранных журналах сообщалось, что в США в 1946 г. была создана первая в мире ЭВМ ЭНИАК, содержащая 18 тыс. радиоламп и выполняющая около 1 тыс. одноадресных операций в секунду. Позднее появились рекламные публикации о разработке ЭМ с меньшим количеством радиоламп, но большим быстродействием. Поскольку сообщения были очень краткими, то представить по ним принципы построения машин было практически невозможно.

Через год после образования института его работу проверяла комиссия Президиума АН СССР под председательством В.М. Келдыша. Весьма возможно, что причиной этого явилось письмо Лаврентьева Сталину. Комиссия пришла к неутешительному выводу: цифровой электронной вычислительной технике, быстро развивающейся на Западе, уделяется очень мало внимания.

«Подстегнутый» выводами комиссии, Н.Г. Бруевич провел через Бюро Отделения технических наук АН СССР решение об организации в институте отдела быстродействующих вычислительных машин. В сентябре 1949 г. он выделил из своего отдела группу из шести человек, которой поручалась разработка элементов, необходимых для построения цифровых электронных машин.

«... Когда стали макетировать основные узлы ЭВМ — триггеры, счетчик, сумматор с последовательным переносом, вентили, дешифратор, — вспоминает участник этой работы П.П. Головистиков, — появилось много гостей. Я не понимал тогда, почему Бруевич их приглашает. Мне казалось, что результаты еще так малы, что показывать нечего. Среди посетителей в разное время были министр машиностроения и приборостроения СССР Паршин, член коллегии министерства Лоскутов, академик Благоднаров и др. Это волновало меня и заставляло работать каждый день с раннего утра до позднего вечера. Наконец, я стал привыкать к этим визитам. Но одно посещение (последнее) очень запомнилось. Оно состоялось в январе 1950 г. Бруевич привел двух человек. Один, высокий, статный, вел себя, как и все, — внимательно слушал объяснения, а другой, небольшого роста, в очках, меня поразил. Он стал прямо обращаться ко мне и задавать множество вопросов. Просил показать сигналы во многих точках, продемонстрировать время задержки сигналов в разных цепях. Заставил менять частоту генератора, чтобы определить диапазон работы схем. Много раскритиковал и посоветовал сделать иначе. В довершение всего попросил меня смакетировать длинную цепочку управляемых вентилях. И необходимо было сделать так, чтобы каждый вентиль имел дополнительную нагрузку, соответствующую таким ж\$ вентилям, чтобы сигнал в этой цепочке не затухал и цепочка имела минимальную задержку. Так состоялось мое знакомство с Лаврентьевым И Лебедевым. К этому времени я знал, что



разработки в области ЭВМ начались в Энергетическом институте АН СССР у И.С. Брука и в недавно созданном СКБ-245 Министерства машиностроения и приборостроения СССР, но для меня было полной неожиданностью, что у Сергея Алексеевича в Киеве в полном разгаре идет разработка первой в СССР ЭВМ».

Узнав, что в Киеве работы по созданию ЭВМ подходят к концу, и желая наверстать упущенное, Н.Г. Бруевич договорился с Министерством машиностроения и приборостроения СССР о сотрудничестве в организации работ по созданию средств вычислительной техники. Был подготовлен проект постановления правительства о совместной разработке цифровой электронной вычислительной машины. От министерства в Москве подключались только что созданные весной 1949 г. три организации, составившие единый и довольно мощный научно-производственный коллектив: Научно-исследовательский институт счетного машиностроения (НИИ Счетмаш), СКБ-245 и завод счетно-аналитических машин (САМ). Директором завода, НИИ Счетмаш и СКБ-245 был назначен М.А. Лесечко.

Несмотря на то, что при создании этих трех организаций им была поставлена задача построения релейной вычислительной машины (по образцу первых американских), Лесечко, обладавший высочайшей инженерной интуицией, согласился с предложением Бруевича совместно спроектировать и организовать серийный выпуск вычислительной машины на электронных лампах. Однако при рассмотрении подготовленного проекта постановления правительства случилось непредвиденное. Присутствующий Л.И. Гутенмахер, руководитель одной из лабораторий ИТМ и ВТ АН СССР, выступил с предложением выполнить машину не на электронных лампах, а на разработанных в его лаборатории безламповых элементах — электромагнитных бесконтактных реле (на основе магнитных усилителей трансформаторного типа). Его предложение вызвало живой интерес у министра П.И. Паршина. Он тут же высказал мысль о том, что если повысить величину тока в питающей обмотке реле, то число витков в трансформаторе сократится до одного и предложенные схемы станут весьма технологичными и очень надежными, поскольку в них нет электронных ламп. Гутенмахер с энтузиазмом поддержал министра. Результатом совещания стал проект постановления правительства о создании двух вычислительных машин — электронной в Академии наук СССР и на элементах Гутенмахера — в министерстве.

Когда в середине марта 1950 г. произошла смена руководства ИТМ и ВТ АН СССР и директором стал М.А. Лаврентьев, он попал в весьма сложное положение: специалистов в области цифровой вычислительной техники в институте единицы, немногочисленные научные отделы разбросаны по Москве, Министерство машиностроения и приборостроения из помощника превратилось в соперника, и вот-вот появится постановление правительства, обязывающее институт разработать цифровую электронную вычислительную машину, — гигантское сооружение из многих тысяч ламп, значительно более сложное, чем то, что он видел в Киеве у Лебедева. Не случайно приказом от 20 марта 1950 г. он назначил Лебедева, продолжавшего работать в Киеве, заведующим лабораторией № 1 (по совместительству).



Когда проект постановления правительства о разработке двух ЭВМ представили на утверждение Сталину, он потребовал указать ответственных лиц по каждой из машин. Ими были назначены: от Академии наук СССР М.А. Лаврентьев и главный конструктор электронной вычислительной машины С.А. Лебедев; от Министерства машиностроения и приборостроения М.А. Лесечко и главный конструктор релейной вычислительной машины Ю.Я. Базилевский.

Ситуация, сложившаяся в ИТМ и ВТ АН СССР, вероятно, любому показалась бы безнадежной, но не Лебедеву! Из Киева он привез собственноручно выполненный проект БЭСМ, что подтверждает П.П. Головистиков: «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 (и не одной). В них самым скрупулезным образом были изображены все структурные схемы машины, приведены временные диаграммы работы блоков, подробно расписаны все варианты выполнения отдельных операций. Приехав из Киева, он этот огромный объем информации начал передавать нам.

— Мне совершенно по-другому представился смысл той работы, которой я занимался, — продолжает Петр Петрович. — Он поручил мне разработку арифметического устройства, но хотел, чтобы я знал работу и других блоков, К.С. Неслуховскому — устройству управления, для чего надо было знать работу машины в целом. Поскольку Неслуховский занимался устройством управления и машиной в целом, он стал фактически заместителем Сергея Алексеевича по техническим и другим вопросам (позднее заместителем Лебедева по лаборатории стал В.В. Бардиж, переведенный из лаборатории Гутенмахера).

При обеспечении института кадрами Лаврентьев и Лебедев сделали ставку на студентов-практикантов из вузов. Они были зачислены в штат института и сразу получили конкретные инженерные задания: смакетировать блок управления командами (В.С. Бурцев), блок центрального управления операциями (В.А. Мельников), блок местного управления операциями (А.Г. Лаут), датчик основных сигналов машины (С.А. Кузнецов), арифметическое устройство (АУ) чисел (А.Н. Зимарев), АУ порядков (В.П. Смирягин), запоминающее устройство (ЗУ) на потенциалоскопах (ВЛЛаут), усилители считывания и записи к потенциалоскопу (И.Д. Визун), устройства внешней памяти (А.С. Федоров и позднее Л.А. Орлов). Таким образом, все основные устройства машины для предварительного макетирования были обеспечены исполнителями. Поскольку в это время подготавливались тома эскизного проекта, в которых студенты принимали участие (каждый по своему разделу), то их материал с незначительными изменениями в соответствии с требованиями вуза становился дипломной работой.

На конец 1950 г. пришелся разгар работ по изготовлению макетов отдельных устройств БЭСМ. Всего в составе лаборатории № 1 к весне 1951 г. насчитывалось около 50 человек. Источником высококвалифицированных кадров был главным образом Московский энергетический институт: в 1951 г. начали работать А.В. Аваев, с апреля 1952 г. — И.Д. Алексеев, М.В. Тяпкин, В.Ф. Петров, З.А. Московская, позднее — В.К. Зейденберг, с июля 1952 г. — В.С. Митрофанов, А.А. Соколов, Ю.И. Синельников, В.С. Чукаев, Ю.П. Никитин и др. Из Московского университета пришли Г.Т. Артамонов, В.В. Кобелев. Все они сразу включились в работы, связанные с БЭСМ. По воскресеньям всем коллективом благоустраивали территорию института».

Канд. техн. наук О.К. Гуцин (тогда техник-монтажник) тепло вспоминает, как под руководством Лебедева формировался молодой коллектив ИТМ и ВТ АН СССР: «Мне кажется, все гордились участием в большом и важном деле — создании первенца отечественной вычислительной техники, по тем временам гигантского устройства, эдакого „электронного чуда“ с сотнями тысяч деталей. Не надо забывать, что самой сложной бытовой радиоэлектронной аппаратурой в то время был КВН-49 — только что появившийся первый отечественный телевизор.

Работа кипела днем и ночью, никто не считался с личным временем. Мы макетировали элементы и узлы БЭСМ. Сами изготавливали шасси и стенды, сверлили и клепали; монтировали и отлаживали различные варианты триггеров, счетчиков, сумматоров и проверяли их на надежность в работе.

На всех этапах работы Сергей Алексеевич показывал личный пример самоотверженности. После насыщенного трудового дня он до 3–4 часов ночи просиживал за пультом или осциллографом, активно участвуя в отладке машины. Работая в смене дежурным техником, я не раз наблюдал, как Сергей Алексеевич брал в руки паяльник и перепайвал схемы, внося в них необходимые изменения. На все предложения помочь он неизменно отвечал: „Сам сделаю“. После его ухода я „по своим прямым обязанностям“ проверял его работу, и, надо сказать, она всегда была выполнена на совесть. Меня поражали простота, внимательность и чуткость Сергея Алексеевича».



Но и Гутенмахер, ободренный поддержкой министра, упорно работал. В начале 1950 г. он представил в СКБ-245 эскизный проект вычислительной машины на феррит-диодных элементах, разработанных в соответствии с рекомендацией министра. К этому времени ситуация в министерстве, на его беду, резко изменилась. В СКБ-245 появился Б.И. Рамеев, разработавший еще в 1948 г. (до начала работ по МЭСМ) в соавторстве с И.С. Бруком проект цифровой ЭВМ с программным управлением (это был первый в нашей стране проект электронной ЭВМ!).

Рамеев сразу подключился к работам. И очень быстро подготовил аванпроект ЭВМ на электронных лампах. Далее события развивались весьма своеобразно. Технический совет СКБ-245 в отсутствие Рамеева рассмотрел проект Гутенмахера. Затем заслушали Рамеева (при отсутствии Гутенмахера). Итогом стало решение — создавать ЭВМ на электронных лампах, а не на элементах Гутенмахера. У БЭСМ появилась серьезная соперница — ЭВМ «Стрела». Б.И. Рамеева назначили заместителем Ю.Я. Базилевского, главного конструктора этой машины. Баширу Искандаровичу было тогда 32 года. За его плечами был трудный путь сына «врага народа», выдворение со второго курса института, служба в армии и неумное желание работать (см. главу о Б.И. Рамееве).

Так у Лебедева появился конкурент-триумвират: Лесечко, Базилевский, Рамеев, а у ИТМ и ВТ АН СССР мощный соперник — СКБ-245 вместе с заводом САМ и НИИ Счетмаш. Центр тяжести работ по цифровой вычислительной технике переместился из Киева в Москву.

Остается добавить, чем завершилась работа по феррит-диодной ЭВМ. Л.И. Гутенмахер, лишившись поддержки СКБ-245, продолжал работу собственными силами. В его лаборатории в ИТМ и ВТ АН СССР была спроектирована и создавалась параллельно БЭСМ вычислительная машина на феррит-диодных элементах. Позднее, где-то году в 1954-м, мне удалось ознакомиться с ней, когда она уже работала. Ее производительность была невысокой. Вследствие низкого качества элементов надежность работы также оставляла желать лучшего. Импульсный источник питания был громоздок и неэкономичен. Под предлогом секретности вход в лабораторию был практически запрещен. В начале 60-х годов она была закрыта. Строгая секретность, которую вносил Гутенмахер в свои исследования, привела к тому, что о его машине мало кто знает. Тем не менее — это определенная веха в истории вычислительной техники.

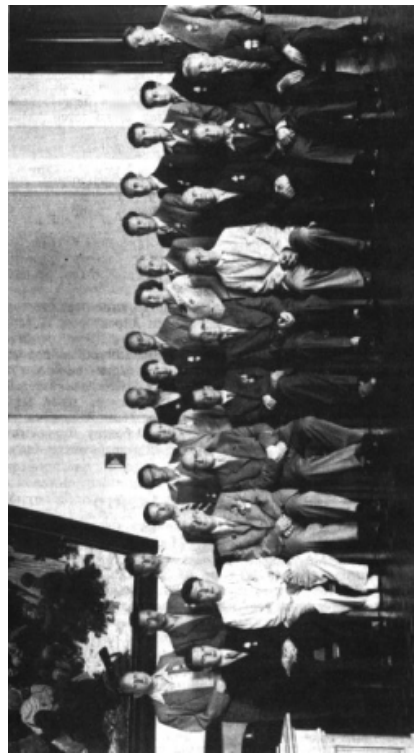
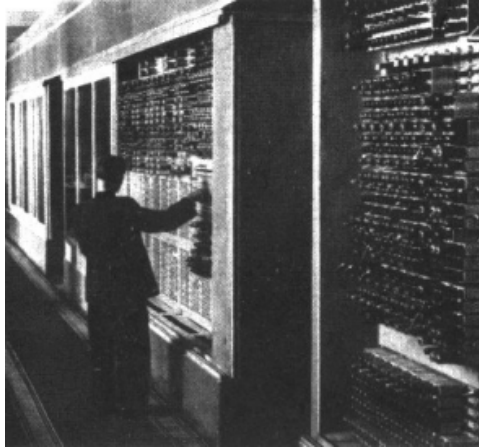
21 апреля 1951 г. была назначена Государственная комиссия для приемки эскизных проектов БЭСМ (ИТМ и ВТ АН СССР) и «Стрелы» (СКБ-245), в состав которой входили академик М.В. Келдыш (председатель), министр машиностроения и приборостроения П.И. Паршин, академик А.А. Благонравов и др. Предварительно члены комиссии побывали в Киеве, где Сергей Алексеевич продемонстрировал уже работающую МЭСМ. Детальный анализ проектов был проведен в Москве. Члену комиссии А.А. Дородницыну запомнился забавный спор, возникший на одном из заседаний. Главный конструктор «Стрелы» Базилевский заявил, что она, обладая производительностью 2 тыс. операций в секунду, за четыре месяца решит все задачи, имеющиеся в стране. Поэтому БЭСМ с ее высокой производительностью (8–10 тыс. операций в секунду) не нужна! Сергей Алексеевич едко парировал, что из-за низкой производительности «Стрела» не успеет просчитать задачу за время между двумя сбоями и будет выдавать неверные решения, а БЭСМ успеет!

Обе стороны успешно защитили эскизные проекты. В ИТМ и ВТ АН СССР было принято решение о создании экспериментального образца машины. Сергей Алексеевич, учитывая опыт создания и эксплуатации МЭСМ, предложил для БЭСМ мелкоблочный принцип конструкции, что являлось смелым решением, поскольку многие машины в то время делались не на сменных блоках. Количество разных типов блоков получилось небольшим.

Началось конструирование и изготовление стоек, плат, блоков машины. Если бы они завершились успешно, а для этого необходимо было лишь одно — поставка

промышленностью потенциалоскопов (39 штук) для ЗУ, — то БЭСМ оказалась бы вне конкуренции не только в стране, но и в мире. Ее производительность 10 тыс. операций в секунду оказалась бы в пять раз выше, чем у «Стрелы». Такой скорости вычислений еще не достигала ни одна машина. Однако этого не случилось. Сказалось монопольное положение Министерства машиностроения и приборостроения СССР. Оно не посчиталось с интересами коллектива ИТМ и ВТ АН СССР, науки и страны в целом и обеспечило потенциалоскопами лишь разработчиков «Стрелы». Создатели БЭСМ были поставлены в затруднительное и к тому же унижительное положение. Можно представить себе состояние Сергея Алексеевича — подойти совсем близко к цели и получить такой удар! Он всегда поступал иначе, стремился помочь, в том числе СКБ-245. Когда представители последнего, и среди них главный конструктор «Стрелы» Базилевский, были в Киеве, Сергей Алексеевич подробно ознакомил их с МЭСМ, помог связаться с Институтом физики АН Украины и договориться о разработке накопителей на магнитных лентах. Не скрывались и работы, связанные с БЭСМ. Соперники же вели себя иначе. Бывший сотрудник СКБ-245 Ф.Н. Зыков вспоминает, что когда Лебедев приехал в СКБ-245 ознакомиться со «Стрелой», ему показали... подготовленную к отправке, упакованную в ящики машину.

Лебедев решил использовать запасной вариант — ЗУ на акустических (ртутных) трубках (РЗУ). Это снизило производительность БЭСМ до уровня «Стрелы» и добавило немало забот. Масса ртути для РЗУ полного объема должна была составлять несколько сотен килограммов. РЗУ включало 70 ртутных трубок длиной около метра: 64 хранящих, одна трубка следила за тактовой частотой, 5 были запасными (ртутные трубки были разработаны в 1949 г. по его заказу в Институте автоматики ВСНТО). Все трубки размещались в огромном термостате, смонтированном в специальном помещении с вытяжными шкафами, где выполнялись работы с ртутью. Электронная часть каждого тракта собиралась в стандартном крупном блоке. Значительные размеры имели панели управления, блоки питания. Внушительных размеров стойка РЗУ занимала целую комнату, расположенную в конце коридора первого этажа, довольно далекого от АУ, связь с которым осуществлялась по кабелям, тщательно распаянным на фольге. Большой пульт РЗУ включал растровый индикатор, позволяющий просматривать содержимое каждого из 64 трактов, очень украшавший пульт и упрощавший жизнь сменного инженера. Отладка РЗУ осложнялась еще тем, что в нем аналоговые и электронные схемы работали в одной, замкнутой в кольцо цепи. Большую помощь в доводке РЗУ, по воспоминаниям Е.П. Ландера, оказал Лебедев, «переселившийся» в комнату, где размещалось РЭУ, почти на два месяца. Сергей Алексеевич принимал конструктивные решения, не останавливаясь на полумерах, шел на большие дополнительные механические и монтажные работы.



Летом 1952 г. изготовление машины в основном было завершено. Началась наладка. В ней участвовали все разработчики машины. Работа велась круглосуточно. Главным источником неисправностей была электронная лампа: многие лампы выходили из строя в первые часы работы. Но если лампа проработала в машине несколько сотен часов, ее выход из строя становился маловероятным.

В I квартале 1953 г. БЭСМ была налажена, а в апреле была принята Государственной комиссией в эксплуатацию.

«Стрела» была закончена в эти же сроки и рекомендована для серийного изготовления. Ее создатели получили три Государственных премии I, II и III степени, а главный конструктор машины Ю.Я. Базилевский — звание Героя Социалистического труда.

Опытная эксплуатация БЭСМ началась в I квартале 1953 г. Инженеров-наладчиков заменили математики. Хотя первое время машина работала с пониженной производительностью, на ней было решено много важных народнохозяйственных задач.

По рекомендации академика Лаврентьева, ставшего вице-президентом АН СССР, Сергея Алексеевича в 1953 г. назначили директором ИТМ и ВТ АН СССР и избрали действительным членом АН СССР. Сын Отто Юльевича Шмидта, Сигурд Оттович, подымая тост на банкете по поводу избрания новых членов Академии, сказал: «Сегодня мы выбрали в академики двух замечательных ученых — С.А. Лебедева и А.Д. Сахарова!».

В 1956 г., когда БЭСМ была принята Государственной комиссией вторично (с памятью на потенциалоскопах), С.А. Лебедеву присвоили звание Героя Социалистического труда, основные разработчики были награждены орденами.

## Первый вычислительный центр

В феврале 1955 г. Совет Министров СССР принял постановление о создании первого Вычислительного центра АН СССР. Его директором был назначен академик А.А. Дородницын, которому были переданы две ЭВМ: БЭСМ, изготовленная в ИТМ и ВТ АН СССР, и «Стрела», находящаяся в Математическом институте им. В.А. Стеклова. И «Стрела», и БЭСМ работали круглосуточно, но не могли справиться с потоком задач, каждая из которых была важнее другой. План расчетов на ЭВМ составлялся на неделю и утверждался Председателем Совета Министров СССР Н.А. Булганиным. По рассказам Дородницына, нередко число командированных превышало количество сотрудников в штате Вычислительного центра (их было 69). Сюда приезжали не только решать задачи, но и учиться программированию. Поэтому вскоре кроме первых двух ЭВМ появились «Урал-1» и «Урал-2», используемые в основном для обучения.

По инициативе президиума АН СССР была создана комиссия для сравнения характеристик БЭСМ и «Стрелы». Ее выводы были однозначными: БЭСМ лучше и перспективнее. И только после этого ИТМ и ВТ АН СССР стал получать потенциалоскопы, но это был уже конец 1954-го — начало 1955 г. Как только ЗУ было укомплектовано потенциалоскопами, БЭСМ заработала на полную мощность. Даже спустя два года БЭСМ оставалась на уровне лучших американских машин и была самой быстродействующей в Европе! Она выполняла в среднем 8 тыс. трехадресных операций в секунду. Максимально возможная ее производительность составляла 10 тыс. операций в секунду.

В 1956 г. доклад С.А. Лебедева о БЭСМ на конференции в немецком городе Дармштадте произвел сенсацию: малоизвестная за пределами СССР БЭСМ оказалась лучшей в Европе!

В 1958 г. БЭСМ была подготовлена к серийному производству. Память на потенциалоскопах была заменена ферритным ЗУ. Машина получила название БЭСМ-2, выпускалась одним из заводов Казани, ею оснащались большинство крупных вычислительных центров страны. Судьба «Стрелы» была иной. Было выпущено всего семь ее экземпляров. Экземпляр, работавший в Вычислительном центре АН СССР, был отдан Московской кинофабрике для постановки фильмов. Никто другой взять не захотел.



## «Хорошая будет машинка!»

Задержка серийного выпуска БЭСМ произошла не только вследствие жесткой политики Министерства машиностроения и приборостроения СССР, вознамерившегося всеми правдами и неправдами завоевать лидерство в новой области техники. «Виноватой» оказалась и новая ЭВМ М-20, задуманная С.А. Лебедевым вскоре после «поражения» в соревновании с министерством. Цифра в названии указывала на ожидаемую производительность (20 тыс. операций в секунду). Такой скорости вычислений не имела ни одна машина в мире. Ее, а не БЭСМ, предполагал Лебедев запустить в серийное производство. Были все основания рассчитывать на успех: заканчивалась разработка новых быстродействующих элементов, появились весьма совершенные ферритные ЗУ, коллектив разработчиков вырос и накопил большой опыт. К тому же (и это было главным) Сергей Алексеевич добился постановления правительства, обязывавшего СКБ-245 работать совместно с ИТМ и ВТ АН СССР. Последнему было предписано разработать идеологию машины, ее структуру, схемы, элементную базу, СКБ-245 — техническую документацию и изготовить опытный образец. Главным конструктором был назначен С.А. Лебедев, его заместителем — М.К. Сулим (СКБ-245).

Начали работать над машиной трое: С.А. Лебедев, М.Р. Шура-Бура и П.П. Головистиков. Лебедев разрабатывал идеологию машины, ее структуру, Шура-Бура составлял систему команд, занимался проработкой математических вопросов, Головистиков превращал их решения в конкретные схемы, основанные на разработанных им динамических элементах (на пальчиковых лампах), составлял схемы АУ и устройства управления. Быстро появились структура машины, система команд, схемы основных устройств. Было использовано много новых логических операций, что значительно облегчало программирование, введена модификация адресов. Для увеличения быстродействия в АУ разработана цепь грубого переноса, дополнявшая сквозной перенос. В результате время выполнения элементарной операции сложения значительно сократилось. Сдвиги можно было производить непосредственно на 1, 2, 4 разряда, что значительно ускоряло выравнивание порядков и нормализацию результатов при операции сложения (вычитания). Эти и многие другие новшества мало отражались на количестве ламп. Увеличивалось в основном количество диодов, но к тому времени они уже были не ламповые, а полупроводниковые (германиевые), меньших размеров и надежные в эксплуатации.

«Хорошая будет машинка!» — вырвалось как-то у Сергея Алексеевича. Эта фраза запомнилась Головистикову.



Одновременно велись работы по созданию ферритного ЗУ (В.В. Бардиж, А.С. Федоров, М.П. Сычева и др.), устройств внешней памяти и периферийных устройств (А.Р. Валашек, Н.П. Зубрилин, М.В. Тяпкин и др.).

В конце 1955 г. в институте началось изготовление макета машины. В 1956 г. проводилась его наладка, в которой участвовали сотрудники не только лаборатории № 1, но и других организаций. Многие предприятия были заинтересованы в скорейшем окончании работ. Страна очень нуждалась в машинах подобного класса.

К началу 1957 г. изготовление опытного образца машины в СКБ-245 было закончено. Всем пришлось переключиться на наладку опытного образца ЭВМ М-20. Как и при наладке БЭСМ, самое активное участие в ней принимал Лебедев. Все организационное обеспечение наладки осуществлял Сулим. Однако не все шло так гладко, как в начале разработки. Многократно проверенные на малых макетах динамические элементы в большом комплексе почему-то стали работать ненадежно. Это было замечено еще при наладке макета ЭВМ М-20 в институте, но детально причины ненадежности выяснены не были, так как следовало начинать наладку опытного образца. В СКБ-245 были недоброжелатели машины М-20 (конечно, вне коллектива разработчиков и наладчиков), которые распространяли мнение о непригодности динамических элементов и неправильно выбранной элементной базе, предлагали идти обычным путем, т. е. использовать большое количество ламп. Некоторое разочарование испытывал и Сергей Алексеевич: все шло так хорошо, быстро и вдруг — затор. Возникли неприятности у Сулима с начальством СКБ-245, требовавшим скорейшего окончания работ.

Сложившаяся ситуация с ЭВМ М-20 привела Сергея Алексеевича к решению о запуске в серийное производство БЭСМ. Этому способствовали появившиеся благоприятные обстоятельства, во много раз уменьшавшие объем работ по организации серийного производства БЭСМ: имелись готовые конструктивы машины М-20, пригодные и для БЭСМ, были созданы надежные пальчиковые лампы с характеристиками ламп, применяемых в БЭСМ, и высоковольтные германиевые диоды, позволявшие без всяких изменений схем заменить ламповые диоды, использованные в БЭСМ; на выходе было ферритное ЗУ ЭВМ М-20, которое могло быть успешно использовано в БЭСМ вместо потенциалоскопов.

Подготовкой серийного производства машины занимались ведущие разработчики БЭСМ: К.С. Неслуховский, А.Н. Зимарев, В.А. Мельников, А.В. Аваев и др., не занятые работами на М-20 и специализированных машинах. Они проделали работу по запуску машины в серию за два-три квартала, чему способствовала существовавшая тогда простая система технической документации.

Итак, в первой половине 1958 г. появилась серийная машина БЭСМ-2, внешне очень похожая на М-20.

Однако тревожная обстановка на ЭВМ М-20 царила не долго. Элементы машины были усовершенствованы (П.П. Головистиковым, В.Н. Лаутом, А.А. Соколовым).

Так или иначе, к началу 1958 г. М-20 заработала надежно; в том же году она была успешно принята Государственной комиссией с оценкой «самая быстродействующая в мире» и запущена в серию. Получилось так, что М-20 и БЭСМ-2 появились почти одновременно. Потребность в быстродействующих вычислительных машинах была так велика, что М-20 обеспечивали только самые важные работы в стране. Производство БЭСМ-2 намного снижало вычислительный голод.

Работа коллективов ИТМ и ВТ АН СССР и СКБ-245, создавших М-20, была выдвинута на соискание Ленинской премии. Однако М-20 постигла судьба МЭСМ... Работу отклонили. Почему, не берусь судить. Знаю только, что член Государственной комиссии бывший директор ИТМ и ВТ АН СССР Н.Г. Бруевич высказал в дополнение к акту о приемке ЭВМ М-20 особое мнение. Сославшись на то, что в США уже несколько лет работает ЭВМ «Норк», выполняющая 20 тыс. операций в секунду (что было неверно!), и «забыв» о том, что в М-20 1600 ламп вместо 8000 в американской, он дал согласие на серийный выпуск М-20, но в то же время выразил сомнение в высоких качествах машины, что могло повлиять на решение комиссии по Ленинским премиям.

«Везло» Сергею Алексеевичу на «творческих» соперников!

При подготовке рукописи я побывал у одного из немногих еще живущих сейчас создателей М-20 П.П. Головистикова. Петр Петрович с большой теплотой рассказывал о Лебедеве, его умении увлечь сотрудников творческой работой, большом обаянии личности ученого, о годах создания БЭСМ и М-20, о том, как жил в те годы, а точнее — ютился в полуподвальном крохотном помещении, и как счастье творчества делало жизнь одухотворенной, позволяло не замечать жизненных неудобств. В конце разговора я не удержался, спросил, есть ли у него какие-либо критические замечания по отношению к своему учителю. «Одно есть! — сказал Головистиков. — После завершения работ по БЭСМ и М-20 меня назначили заведующим лабораторией новых элементов, и я был вынужден заниматься организационной работой в ущерб научным исследованиям. Думаю, что из-за этого я сделал для науки, пожалуй, меньше, чем мог!». Мы оба посмеялись: если бы только такими недостатками страдали большие руководители!

Как и Сергея Алексеевича, его интересовали не должности, не награды, а ДЕЛО — возможность творить, создавать новые, все более и более совершенные ЭВМ.

М-20 зарекомендовала себя с самой лучшей стороны. Не случайно позднее появились ее «близнецы» — полупроводниковые М-220 и М-222, повторившие ее архитектуру и структуру (главный конструктор М.К. Сулим, СКБ-245).



## Послевоенный ренессанс

То, как трудились С.А. Лебедев и коллективы, которыми он руководил, было скорее правилом, чем исключением. Не мне и не авторам тех замечательных работ приписывать им прилагательное «героический», но задуматься на их примере о том, каков КПД дел современных, от чего и кого он зависит и чем определяется, вполне уместно и небесполезно. Об одной из таких давних историй, практически не замеченной современниками и впоследствии забытой, хочется рассказать, чтобы еще раз пояснить обстановку того времени и добавить несколько слов о том, как воспринимали С.А. Лебедева современники.

Мало кто знает, что в ноябре 1953 г., т. е. через полугодие после завершения отладки БЭСМ, в Институте атомной энергии была введена в действие и в течение семи лет успешно эксплуатировалась первая в стране ЭВМ последовательного действия ЦЭМ-1. Решение о ее разработке сформировалось почти случайно. Академику Сергею Львовичу Соболеву, крупнейшему математику (в ту пору заместителю Курчатова), попал в руки американский журнал с описанием ЭВМ ЭНИАК. Шел 1950 г. Вероятно, ему было кое-что известно о разработках отечественных ЭВМ «Стрела» и БЭСМ, начавшихся в то время. Ученый передал журнал руководителю измерительной лаборатории института Н.А. Явлинскому. После чего журнал оказался в руках молодого специалиста, три года назад окончившего Ивановский энергетический институт, Геннадия Александровича Михайлова. Среди скудных зарубежных публикаций он разыскал еще две или три статьи в английских журналах о машине ЭДСАК, построенной в Кембриджском университете. Однако в них приводились лишь блок-схема и паспортные данные машины.

Двоичная система счисления в те времена тоже была откровением, не говоря уже о программировании. Не было и литературы по численным методам решения задач. Была еще одна трудность: бригада, проектировавшая, монтировавшая и потом налаживавшая машину, включая Михайлова, состояла из четырех человек — двух инженеров и двух техников.

Так же как все схемы первых ЭВМ (МЭСМ и БЭСМ) были разработаны самим Лебедевым, так и схемы ЦЭМ-1 были составлены Михайловым. Иной вариант в тех условиях «не проходил».

В ЦЭМ-1 сразу же была задействована оперативная память на 128 двоичных 31-разрядных чисел на ртутных линиях задержки по 16 чисел в каждой, с последовательной выборкой на частоте 512 кбит/с. Емкость памяти позднее была доведена до 496 чисел и добавлено внешнее ЗУ — 4096 чисел на магнитном барабане. Ввод и вывод данных были организованы на основе телеграфного аппарата СТ-35, цифровая печать на телеграфной ленте дублировалась 5-дорожечной перфолентой; ввод данных — с такой же перфоленты через фотосчитывающее устройство на приличной скорости. За режимами в основных блоках машины можно было наблюдать на осциллографе-мониторе — прообразе современных дисплеев. Средняя скорость выполнения операций сложения и вычитания 495 операций в секунду, умножения и деления — 232. В машине было задействовано около 1900 радиоламп, потреблявших около 14 кВт. Размещалась она в шести металлических стойках-шкафах размерами

порядка 80x180x40 см каждый. Вопреки опасениям ЦЭМ-1 работала вполне надежно. Основное беспокойство доставляли ртутные трубки — при длине 1000 мм и диаметре кварцевого акустического излучателя 18 мм нужно было постоянно следить и за острой направленностью ультразвукового луча, и за уровнем отражений от приемного кварца. А таких трубок было 32. Еженедельная профилактика обеспечивала достаточно надежную эксплуатацию.

Можно с полным правом утверждать, что, несмотря на ряд публикаций в зарубежных журналах, разработка ЭВМ в те годы оставалась самостоятельной, оригинальной, основанной на догадках и изобретательности. ЦЭМ-1 во многом отличалась от ЭДСАК: по-иному было реализовано умножение (с округлением), введена операция деления (без восстановления остатка), одноадресная система команд заменена двухадресной. Это, кстати, было сделано по предложению С.А. Лебедева уже в период наладки машины — пришлось переделать часть монтажа. Совершенно оригинальной оказалась система модификации команд посредством «признаков» — она очень способствовала сжатию программ, что при ограниченной оперативной памяти имело огромное значение.

Одну из первых программ составил С.Л. Соболев — интегрирование дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты — для обретения навыков программирования. Г.А. Михайловым были разработаны набор программ ввода-вывода, диагностики, а также «потребительские» программы для вычисления интегралов, решения систем уравнений, обращения матриц и др.



Далеко не сразу ЦЭМ-1 получила признание даже в родных стенах. Руководитель одного из отделений института — академик Лев Андреевич Арцимович, талантливый физик, экспериментатор и теоретик, прекрасно владея аналитическим математическим аппаратом, вполне мог позволить себе скептическое отношение к таким новациям. Но пришло время, когда и он убедился в полезности и силе ЭВМ: в конце 1954 г. Г.А. Михайлов запрограммировал и решил уравнение, составленное С.М. Осовцом (из команды теоретиков М.Л. Леонтовича), которое описывает процесс сжатия плазменного шнура в экспериментах по управляемому термоядерному синтезу. Арцимович поначалу забраковал результат — ускоряющееся сжатие с наложенными на него колебаниями, однако после трех-четырех дней теоретического анализа пришел к такому же результату, а еще неделю-другую спустя из архивов были извлечены осциллограммы, отвергнутые ранее как брак эксперимента, подтверждающие этот неожиданный эффект.

Позднее на ЦЭМ-1 было выполнено немалое количество расчетов по режимам атомных реакторов, расчету дозиметров и пр. С машиной ознакомились С.А. Лебедев,

А.Л. Ляпунов, М.Д. Миллиончиков и др.

Рассказ Г.А. Михайлова добавляет новые штрихи к портрету Сергея Алексеевича.

«В 50-е годы, работая рядовым инженером в Институте атомной энергии им. Курчатова, довелось мне оказаться знакомым со многими нашими выдающимися учеными, с кем-то близко, лично — с С.Л. Соболевым, Л.Л. Арцимовичем, М.Л. Леонтовичем, кого-то видеть на расстоянии, слушать их доклады, выступления (И.В. Курчатов, И.К. Кикоин, Н.Е. Тамм, А.Ф. Иоффе, Н.В. Тимофеев-Ресовский, молодой А.Д. Сахаров.).

Приятно вспомнить, что моими экзаменаторами перед защитой кандидатской диссертации были академики Арцимович и Лебедев — по вычислительной технике. Одним словом, в памяти сохранились многие яркие личности из нашей науки 50–60-х годов. И вот боюсь, что среди них Сергей Алексеевич Лебедев по сугубо внешним признакам оказался бы совершенно неприметен — ни статью, ни волевым лицом... В том-то и дело, что, как мне кажется, эта незаметность — при очень мощном таланте — и была главной внешней отличительностью Сергея Алексеевича.

О нем как исключительно талантливом ученом впервые я услышал от своих коллег по лаборатории. Все мы во главе с Н.А. Явлинским переселились в Институт атомной энергии из ВЭИ, где работал Лебедев. Явлинский и Лебедев дружили и сами, и семьями, пока Явлинский, его жена и сын не погибли в 1962 г. в авиакатастрофе. Благодаря этой дружбе посчастливилось видеть Сергея Алексеевича и на семейных празднествах. И здесь он оставался неприметным. О славословии, лести, даже тщательно замаскированной, не могло быть и речи».

В 1959 г. Г.А. Михайлов переехал в Киев, стал руководителем отдела в Вычислительном центре АН Украины (ныне Институт кибернетики им. В.М. Глушкова АН Украины). Он продолжает: «Летом 1961 г. Сергей Алексеевич, по-видимому, в последний раз приезжал в Киев, с которым многое его связывало. Был он в нашем Вычислительном центре, уже переселившемся из Феофании на Лысогорскую. Организовали — ему поездку в Феофанию, почти в одиночку, на озеро, в лес. К тому времени почти все главное им было уже сделано: он стал академиком, лауреатом Ленинской премии, Героем соцтруда... Казалось бы, в самый раз рассчитывать только на почести, да еще не в столице. Но ничего подобного и в помине не было: торжественных сборов, встреч, банкетов и пр. — ничего этого он бы не потерпел. Из его визита и для нас не делалось секрета, но, наверное, совсем немногие о нем знали.

И уж совсем смущенным выглядел он на своем юбилее в конференц-зале ИТМ и ВТ АН СССР в подаренных узбекском халате и тибетейке.

Ни от кого не довелось слышать о нем плохого слова. И вместе с тем нельзя было назвать его безграничным добряком. На том самом экзамене, о котором упомянуто выше, Сергей Алексеевич преспокойно „влепил“ своему же аспиранту заслуженную двойку. Помнится, в беседе о защите диссертаций он заметил не без иронии про свой институт: „А у нас — разделение труда: одни делают машины, другие защищаются“.

Посетив нашу лабораторию и дотошно оглядев ЦЭМ-1, Сергей Алексеевич удивил нас вопросом: „А кувалдочкой вы по ней не стучите?“. Оказалось, что на БЭСМ кувалда — это штатный инструмент, а удары ею по железному каркасу машины — один из элементов профилактики! Столь же удивительным теперь показался бы приказ не допускать решения задачи дольше 15 минут без повторного пересчета с тем, чтобы не расходовать машинное время впустую».

Все описанное выше относится к ЭВМ на электронных лампах, или ЭВМ первого поколения. Второе поколение создавалось на безламповых элементах. Первыми полупроводниковыми ЭВМ семейства БЭСМ стали БЭСМ-3М и БЭСМ-4.

Интересно отметить, что их появление также явилось результатом энтузиазма молодых. Дело в том, что работы по их созданию проводились в СКВ ИТМ и ВТ АН СССР инициативно, сверх плана молодыми инженерами и техниками.

По воспоминаниям одного из участников разработки А.А. Грызлова, в 1964 г. относительно небольшая группа молодых сотрудников, среди которых были инженеры, техники и самоучки, получила задание освоить первые полупроводниковые элементы. Это был этап в подготовке сотрудников СКВ к предстоящей работе по БЭСМ-6. Вначале им было поручено для накопления опыта разработать макеты основных узлов ЭВМ. В дальнейшем группа решила проверить созданные ими узлы в комплексе, изготовив небольшой макет машины. Он был собран и получил название БЭСМ-3М. Окрыленные успехом новички осмелели. Возникла дерзкая идея: создать на базе имеющегося макета «свою» машину, повторяющую структурно-логическую схему ЭВМ М-20, но с использованием новых элементов. Инициативу молодежи поддержал руководитель тогдашнего СКВ О.П. Васильев. Лебедев не противился замыслу «неоперившейся» молодежи. Так появилась БЭСМ-4. Ее создание — еще один пример творческой и доброжелательной атмосферы, характерной для лебедевского института.

Государственная комиссия под председательством А.А. Дородницына отметила высокие эксплуатационные и конструктивные качества первой отечественной полупроводниковой универсальной ЭВМ. Она отличалась надежностью, малыми размерами, низкой стоимостью и имела большой успех у пользователей.

Когда через год после ее установки в Вычислительном центре АН СССР заинтересовались, как она работает, ответ был такой: «Ваша машина разлагает молодых инженеров. Они не выполняют профилактических работ, так как машина не имеет сбоев — она слишком надежна». Комментарии излишни.



## Триумф ученого

После завершения работ по ламповым БЭСМ-2 и ЭВМ М-20 началось проектирование полупроводниковой БЭСМ-6 — шедевра творчества коллектива ИТМ и ВТ АН СССР, первой супер-ЭВМ второго поколения. С.А. Лебедеву — главному конструктору БЭСМ-6 — активно помогали его ученики, ставшие заместителями и выросшие к этому времени в известных молодых ученых, — В.А. Мельников и Л.Н. Королев.

Был тщательно изучен и проанализирован мировой опыт проектирования ЭВМ сверхвысокой производительности. Все, что соответствовало целям, поставленным при разработке машины, было взято на вооружение. По инициативе и при активном участии Лебедева было проведено математическое моделирование будущей машины. Исходя из намечаемого для нее комплекса задач определены состав устройств, их внутренние связи, система команд, тщательно отработаны полупроводниковые элементы.



Результатом явилась оригинальная и удобная для программирования система команд, простая внутренняя структурная организация БЭСМ-6, надежная система элементов и конструкция, упрощающая техническое обслуживание. Такой подход к решению сложных технических задач не потерял своего значения и сейчас. Его можно сформулировать как принцип обоснованности принятых решений, которому С.А. Лебедев следовал всю жизнь.

БЭСМ-6 стала первой отечественной вычислительной машиной, которая была принята Государственной комиссией с полным математическим обеспечением. В его создании принимали участие многие ведущие специалисты страны. Лебедев одним из первых понял огромное значение совместной работы математиков и инженеров в создании вычислительных систем. Значение этого становится очевидным, когда разработка эффективной вычислительной техники перерастает из проблемы инженерно-технологической в проблему математическую, которую можно решить только совместными усилиями инженеров и математиков.

Наконец — и это тоже важно, — все схемы БЭСМ-6 по инициативе С.А. Лебедева были записаны формулами булевой алгебры. Это открыло широкие возможности для автоматизации проектирования и подготовки монтажной и производственной документации. Она выдавалась на завод в виде таблиц, полученных на БЭСМ-2, где проводилось и моделирование структурных схем. В дальнейшем система

проектирования была существенно усовершенствована, благодаря работам Г.Т. Рябова (система «Пульс»).



Основные принципиальные особенности БЭСМ-6: магистральный, или, как в 1964 г. назвал его С.А. Лебедев, водопроводный принцип организации управления; с его помощью потоки команд и операндов обрабатываются параллельно (до восьми машинных команд на различных стадиях); использование ассоциативной памяти на сверхбыстрых регистрах, что сократило количество обращений к ферритной памяти, позволило осуществить локальную оптимизацию вычислений в динамике счета; расслоение оперативной памяти на автономные модули, что дало возможность одновременно обращаться к блокам памяти по нескольким направлениям; многопрограммный режим работы для одновременного решения нескольких задач с заданными приоритетами; аппаратный механизм преобразования математического адреса в физический, что дало возможность динамически распределять оперативную память в процессе вычислений средствами операционной системы; принцип полистовой организации памяти и разработанные на его основе механизмы защиты по числам и командам; развитая система прерывания, необходимая для автоматического перехода с решения одной задачи на другую, обращения к внешним устройствам, контроля их работы.

В электронных схемах БЭСМ-6 использовано 60 тыс. транзисторов и 180 тыс. полупроводников-диодов. Элементная база БЭСМ-6 по тем временам была совершенно новой, в ней были заложены основы схемотехники ЭВМ третьего и четвертого поколений. Принцип разделения сложной машинной логики, построенной на диодных блоках, от однотипной усилительной части на транзисторах обеспечили простоту изготовления и надежность работы. Среднее быстродействие машины достигло 1 млн. операций в секунду.

Макет БЭСМ-6 был запущен в опытную эксплуатацию в 1965 г., а уже в середине 1967 г. первый образец машины был предъявлен на испытания. Тогда же были изготовлены три серийных образца. Благодаря совместной работе с заводом-изготовителем фактически не потребовалось времени на доводку машины и подготовку ее к серийному производству.



Государственная комиссия под председательством М.В. Келдыша, в то время президента Академии наук СССР, принимавшая БЭСМ-6, дала машине высокую оценку.

На основе БЭСМ-6 были созданы центры коллективного пользования, системы управления в реальном масштабе времени, координационно-вычислительные системы телеобработки и т. д. Она использовалась для моделирования сложнейших физических процессов и процессов управления, а также в системах проектирования для разработки математического обеспечения новых ЭВМ. Принятые при ее создании принципиальные технические решения обеспечили ей завидное долголетие: БЭСМ-6 выпускалась промышленностью 17 лет! Машины снискали заслуженную любовь пользователей и в 70-х годах составляли основу парка высокопроизводительных ЭВМ.

При советско-американском космическом полете «Союз-Аполлон» управление осуществлялось новым вычислительным комплексом, в состав которого входили БЭСМ-6 и другие мощные вычислительные машины отечественного производства, разработанные учениками С.А. Лебедева. Если раньше сеанс обработки телеметрической информации длился около получаса, то на новом комплексе это делалось за одну минуту, вся информация обрабатывалась почти на полчаса раньше, чем у коллег в США.

Это был настоящий триумф С.А. Лебедева, его учеников, его школы, создавших первоклассную ЭВМ, способную соперничать с лучшими компьютерами мира! Основные участники разработки БЭСМ-6 (С.А. Лебедев, В.А. Мельников, Л.Н. Королев, Л.А. Зак, В.Н. Лаут, А.А. Соколов, В.И. Смирнов, А.Н. Томилин, М.В. Тяпкин) получили Государственную премию.



Когда готовилась эта книга, мне в руки попались сочинения немецкого философа Ницше. Одно из его высказываний привлекло особенное внимание: «Уметь дать направление — признак гениальности». Мне сразу вспомнился С.А. Лебедев, предугадавший основные направления и перспективы развития ЭВМ. Ученики Сергея Алексеевича Л.Н. Королев и В.А. Мельников в статье «Об ЭВМ БЭСМ-6» говорят о том же, только более определенно: «Гениальность С.А. Лебедева состояла именно в том, что он ставил цель с учетом перспективы развития структуры будущей машины, умел правильно выбрать средства для ее реализации применительно к возможностям отечественной промышленности» (Управляющие системы и машины. 1976, № 6).

## «Чтобы не было войны»

Вычислительная техника с первых дней возникновения стала использоваться в военных целях. С.А. Лебедев был главным конструктором вычислительных средств системы противоракетной обороны страны (ПРО).

Важное значение работ в области ПРО, намного опережавших в то время уровень зарубежной военной техники, привело к тому, что имя Лебедева как главного конструктора вычислительных средств ПРО было засекречено. Лишь в 1990 г. — через 16 лет после смерти — о его участии в создании первых в стране систем ПРО было сказано в газете «Советская Россия» от 5 августа (статья Г.В. Кисунько «Деньги на оборону»).

Можно с уверенностью сказать, что если БЭСМ-2, М-20, БЭСМ-6, установленные во многих вычислительных центрах, обеспечили в послевоенные годы быстрое развитие научных исследований и решение наиболее сложных задач научно-технического прогресса, то специализированные ЭВМ, разработанные под руководством С.А. Лебедева, стали основой мощных вычислительных комплексов в системах противоракетной обороны. Полученные в те годы результаты были достигнуты за рубежом лишь много лет спустя. Взяться за военную тематику заставила «холодная» война, развернувшаяся в послевоенный период. Сергей Алексеевич не мог остаться в стороне от запросов времени. К тому же выполнение оборонной тематики позволяло улучшить материальное и финансовое положение института и за счет этого ускорить и расширить исследования по созданию мощных универсальных ЭВМ для оснащения вычислительных центров страны, что всегда было главной задачей ИТМ и ВТ АН СССР.

Еще 15 января 1951 г., находясь в Киеве, С.А. Лебедев направил письмо в президиум АН Украины, в котором говорилось: «Институтом электротехники Академии наук Украины в 1950 г. разрабатывается макет быстродействующей электронной счетной машины. Быстродействующие электронные счетные машины позволяют с колоссальной скоростью и большой точностью решать самые разнообразные задачи, например, в области внутриатомных процессов, реактивной техники, радиолокации, авиастроения, строительной механики и других отраслях.

Быстрота и точность вычислений позволяют ставить вопрос о создании устройств управления реактивными снарядами для точного поражения цели путем непрерывного решения задачи встречи в процессе полета управляемого реактивного снаряда и внесения корректив в траекторию его полета».

Президиум АН Украины не сумел оказать действенной помощи в развитии работ, — шло восстановление народного хозяйства республики, средств не хватало. Не было и понимания важности проблемы со стороны руководства республики. После переезда в Москву, став директором ИТМ и ВТ АН СССР, С.А. Лебедев приступил к осуществлению своего давнего замысла.



Все началось с того, что, когда работы по отладке БЭСМ подходили к концу, Сергей Алексеевич, захватив с собой молодого специалиста Всеволода Сергеевича Бурцева, отличившегося при отладке БЭСМ и привязавшегося к ученому как к отцу (в годы войны Бурцев лишился родителей), появился в одном из московских НИИ, разрабатывавших радиолокаторы. Результатом явилось создание в 1952–1955 гг. двух специализированных ЭВМ «Диана-1» и «Диана-2» для автоматического съема данных с радиолокатора и автоматического слежения за воздушными целями. Дальнейшим развитием этих работ явилось создание целой серии ЭВМ, предназначенных для систем ПРО.

Заместителем и ответственным исполнителем по работе Лебедев назначил Бурцева. Доверие, проявленное Сергеем Алексеевичем, огромное желание не подвести своего наставника умножили силы и энергию молодого специалиста.

Ламповая ЭВМ М-40 (40 тыс. операций в секунду), в которую он вложил огромный труд, заработала в 1958 г., опережая на несколько месяцев М-20. Немного позднее появилась М-50 (с плавающей запятой). Машины имели мультиплексный канал, позволяющий принимать для обработки (асинхронно) данные по шести направлениям. На базе этих ЭВМ была создана первая советская система ПРО.

Генеральным конструктором первой системы ПРО был 35-летний Г.В. Кисунько. Некоторые научные авторитеты посмеивались над его замыслом — сбить летящую ракету снарядом!

Он говорил как специалист, увидевший такую перспективу в соединении радиолокационной техники с зарождающейся электронно-вычислительной — научных отраслей, которые могли стать основой новой системы обороны. Г.В. Кисунько возглавил группу энтузиастов по разработке и обоснованию принципов ПРО. В течение года ей предстояло решить несколько сложнейших задач. Как находить баллистическую ракету и эффективно следить за ней — столь стремительной и небольшой по размерам? Как организовать автоматическое взаимодействие удаленных друг от друга объектов ПРО? Как с достаточной скоростью обрабатывать информацию и принимать верные решения? Как успешно сбивать цель? Ответить на эти вопросы вместе с Григорием Васильевичем взялись талантливые ученые и конструкторы, в том числе и С.А. Лебедев. Родилась идея создать экспериментальный комплекс ПРО — так называемую систему А.



Западнее озера Балхаш сотни километров земли отняла у людей каменная безводная пустыня. Летом здесь плюс сорок в тени, среди живого вокруг — фаланги, змеи, скорпионы. Сюда в 1956 г. прибыли строители противоракетного полигона. За ними потянулись промышленники, затем военные испытатели — тысячи людей. Пустыня стала «условной Москвой», окруженной системой ПРО, по которой должны были стрелять из Капустина Яра, Плесеца. Задача испытателей — развернуть экспериментальную технику, а затем обнаруживать в небе и сбивать нацеленные на пустыню ракеты. Полигон неофициально называли Сары-Шаган, по названию ближайшего населенного пункта. Закипела настоящая фронтальная работа. Строители жили в землянках. Воды мало, пыльных бурь много. Так же много, как и дел, на которые отводилось по-фронтальному мало времени. Строили почти все одновременно: железнодорожные ветки, автодороги, линии электропередач, прокладывали связь, возводили военные и гражданские объекты, поднимали городок испытателей.

Надо отдать должное не только прозорливости, но и смелости Кисунько, Лебедева, Бурцева, взявшихся осуществить, казалось бы, невозможное.

Достаточно вспомнить хотя бы то, какими несовершенными были в то время ламповые ЭВМ. Когда Кисунько увидел БЭСМ, он посчитал, что эта «самоделка» не имеет перспективы серийного производства, и решил ориентироваться на «Стрелу». С СКВ-245 был заключен договор о разработке специализированной ЭВМ на базе «Стрелы». На всякий случай был заключен договор и с институтом Лебедева. На Балхаше, в здании, где должны были размещаться обе машины, огромный зал разделили на две части. Но вскоре генеральный конструктор понял, что половина зала, отведенная для СКВ-245, останется пустой, а ученые академии умеют не только писать научные статьи, но и решать сложные практические задачи: в зале появилась ЭВМ М-40!

Всего через год на полигоне вошел в строй первый локатор, успешно фиксирующий все учебные пуски ракет в стране. А спустя еще два года начались стрельбы противоракет при полном составе системы А. Ее компонентами стали невиданные для тех лет радиолокаторы с мощнейшим энергетическим потенциалом, автоматизированная система управления на базе быстродействующей М-40, высокоскоростные и маневренные противоракеты со средствами точнейшего наведения, электроника с цифровым кодированием. Не все поначалу ладилось, да и недоброжелатели не дремали, памятуя, что Кисунько — сын репрессированного кулака. Но в конце концов наступил день, который участники работ запомнили на всю жизнь.

— Цель уже в небе, ее ведут все локаторы, вскоре поступит команда на пуск противоракеты. Программист жмет кнопку запуска. Отметка цели на экране. Следом —

пуск противоракеты. Спустя несколько минут табло высветило сигнал «Подрыв цели». На следующий день данные кинофоторегистрации подтвердили: головная часть баллистической ракеты развалилась на куски!

Это событие явилось настоящим прорывом в военном деле, науке, даже в политике. На одной из пресс-конференций Н.С. Хрущев вроде бы между прочим, но так, чтобы поняли все, заметил: «Наша ракета, можно сказать, попадает в муху в космосе». Для многих тогда осталось загадкой — всерьез ли он говорит. Ведь о таком безъядерном поражении баллистической ракеты за рубежом даже не думали. Столь значительное продвижение СССР в области ПРО заставило американцев искать возможности для заключения договора по ограничению ПРО, который появился в 1972 г. и стал первым «разоруженческим» соглашением послевоенного времени!

Однажды дочь Сергея Алексеевича спросила: «Зачем ты делаешь ЭВМ для военных?» — «Чтобы не было войны!» — ответил отец.

За всем этим стоит колоссальная многолетняя работа многих коллективов, в том числе лебедевского. В.С. Бурцев провел на полигоне, где была создана система А, не один год. Бывал там Сергей Алексеевич, и не раз. И никогда не пытался выделиться, работал наравне со всеми.

Создатели первой системы ПРО получили Ленинскую премию. Среди них были Г.В. Кисунько, С.А. Лебедев и В.С. Бурцев.

Впоследствии ламповые ЭВМ были заменены полупроводниковыми. К ним добавилась трехпроцессорная ЭВМ производительностью 1,5–2 млн. операций в секунду. Это была первая в стране ЭВМ на интегральных схемах. Осуществилась еще одна мечта С.А. Лебедева, высказанная в Киеве (А.И. Кондалеву, Р.Г. Офенгенгену): сделать ЭВМ миниатюрными, надежными, широкоприменяемыми (машина занимала 2,5 м<sup>3</sup>). Опыт создания первой ЭВМ третьего поколения послужил базой для конструирования семейства хорошо известных супер-ЭВМ «Эльбрус». Название было предложено С.А. Лебедевым. Увлечение горами оставалось. Предстояло покорить еще одну вершину, но теперь уже в науке. Не успел...





Краткие характеристики универсальных и специализированных ЭВМ, созданных под руководством С.А. Лебедева, приведены в Приложении 3.

## Научная школа С.А. Лебедева

В 50–60-х годах в области отечественной вычислительной техники эффективно развивалось несколько направлений. Наиболее известными были научные школы С.А. Лебедева, В.М. Глушкова, И.С. Брука и Б.И. Рамеева («Пензенская школа»).

Научная школа Лебедева возникла как результат огромного труда ученого и его творческих сподвижников по созданию сверхбыстродействующих универсальных и специализированных ЭВМ — наиболее сложных классов средств вычислительной техники.

Появление нового научного направления и, тем более, научной школы — сложный творческий процесс. Создание научной школы Лебедева может служить классическим примером.

Среди ученых в нашей стране и за рубежом нет человека, который, подобно Лебедеву, обладал столь мощным творческим потенциалом, чтобы охватить период от создания первых ламповых ЭВМ, выполнявших лишь сотни и тысячи операций в секунду, до сверхбыстродействующих супер-ЭВМ на полупроводниковых, а затем интегральных схемах. За двадцать лет под его руководством было создано пятнадцать высокопроизводительных — наиболее сложных — ЭВМ, и каждая — новое слово в вычислительной технике: более производительная, более надежная и удобная в эксплуатации (см. Приложение 3).

С первых шагов творческой деятельности он выдвинул и все последующие годы последовательно проводил в жизнь генеральный принцип построения таких машин — распараллеливание вычислительного процесса. В МЭСМ и БЭСМ с этой целью использовались арифметические устройства параллельного действия. В М-20 и М-40 добавилась возможность работы внешних устройств параллельно с процессором. В БЭСМ-6 появился конвейерный (или «водопроводный», как назвал его Лебедев) способ выполнения вычислений. В последующих ЭВМ — многопроцессорность и т. д. и т. п. (упомянуты лишь главные этапы в распараллеливании вычислительного процесса, без детализации).

Каждая новая ЭВМ была результатом радикальной переработки предыдущей с критическим осмыслением всего нового, что появилось в стране и за рубежом и с «оглядкой» на возможности отечественной технологии и промышленности. Простой перевод ЭВМ с одной элементной базы на другую, более совершенную, не приносил ученому творческого удовлетворения. Не случайно сверхплановая полупроводниковая БЭСМ-4, повторявшая структуру и команды М-20, не получила от него высокой оценки. Он не мог не поддержать инициативу молодежи создать первую полупроводниковую ЭВМ, но сам в это время вместе со своими помощниками (А.Н. Томилиным и др.) уже моделировал будущую БЭСМ-6, стремясь теоретически обосновать структуру и параметры новой машины. «ЭВМ надо разрабатывать, предварительно рассчитывая ее», — об этом он сказал сразу же после создания БЭСМ и неуклонно следовал этому принципу.



С.А. Лебедев умел доводить задуманную идею до практического воплощения и прививал это качество своим ученикам. Интересно проследить, как менялись формы такого обучения.

На первых порах, когда он был фактически единственным специалистом, представлявшим принципы построения и работы ЭВМ, то в процессе проектирования, наладки и запуска в эксплуатацию машины (например, МЭСМ, БЭСМ, М-20) он выступал как главный конструктор, как инженер-отладчик, а если требовали обстоятельства, — как техник-монтажник. Иначе говоря, учил живым, наглядным примером. Позднее, с появлением достаточно квалифицированных специалистов, Лебедев доверял им значительную часть работ, оставляя себе наиболее трудные участки, связанные с обоснованием нововведений, с теоретическим обоснованием структуры и параметров ЭВМ.

Нетрудно представить, с какой колоссальной отдачей работал коллектив лебедевского института эти два десятилетия! Что помогало сотрудникам выдержать такой темп, воодушевляло на творческие искания, вливало силы во время многомесячной круглосуточной отладки каждой машины, и позднее, при установке их на различных объектах, где условия были далеки от нормальных?

На первое место следует поставить выдающуюся роль Сергея Алексеевича как блестящего научного руководителя. Он, как никто другой в то время, очень глубоко разобрался в новой области науки и техники, очень четко ставил цели коллективам разработчиков, активно, с полным знанием дела участвовал в их достижениях.

Ученый обладал большим инженерным опытом и интуицией, которые позволили ему самому убедиться (и убедить других) в возможности слаженной работы тысяч электронных ламп, на которых строились первые ЭВМ. Он сам являл пример

беззаветного служения науке, не чурался черновой, вспомогательной работы, если этого требовало дело. Всегда находил общий язык с теми, с кем работал.

Наконец, он умел подобрать кадры и наиболее эффективно организовать работу сотрудников. И в Киеве, и в Москве имел двух-трех помощников, имевших достаточные творческие и организаторские способности, а остальной коллектив подбирали из молодых специалистов, только что окончивших учебные институты, увлекая их новизной и грандиозностью своих замыслов.



Сопутствующим, но важным фактором была новизна и перспективность проблемы создания цифровой техники. Этот фактор действовал не только в стенах ИТМ и ВТ АН СССР, но и в других организациях. Тем более, что вычислительная техника развивалась прямо на глазах, обещая все новые и новые эффективные применения, содействуя техническому прогрессу и творческому росту исследователей. Многочисленные публикации С.А. Лебедева сыграли в этом очень большую роль.

Немаловажным было и творческое соревнование, которое шло между различными организациями, разрабатывающими ЭВМ, и стремление идти вровень с достижениями за рубежом.

В Киеве в распоряжении С.А. Лебедева была лаборатория из нескольких десятков человек.

В Москве его стараниями молодая научная организация — ИТМ и ВТ АН СССР — превратилась в лидера компьютеростроения, осуществился замысел ученого: организация широкого фронта исследований в области вычислительной техники. В целях подготовки кадров специалистов по инициативе С.А. Лебедева в Московском физико-техническом институте была создана кафедра вычислительной техники. Базовой организацией для нее стал ИТМ и ВТ АН СССР. Эту кафедру Сергей Алексеевич возглавлял до 1973 г. Как заботливый садовник (а он и был таким на своей даче в Подмоскowie), растил он молодые кадры. Обширные знания позволяли ему самые сложные вещи объяснять легко и просто. Его глубокая порядочность, кристальная честность оказывали на студентов большое воспитательное воздействие.

Не получившие своевременного признания и должной поддержки МЭСМ и БЭСМ предстали в свете последующих достижений лебедевского коллектива как

основополагающие работы в области вычислительной техники, что содействовало росту авторитета ученого и возглавляемого им коллектива.



ИТМ и ВТ АН СССР стал широко известен не только в стране, но и за рубежом.

Постепенно, хотя и с опозданием, приходило официальное признание заслуг. При полном безразличии С.А. Лебедева к наградам и несмотря на противодействие со стороны некоторых недоброжелателей, их было немало: ордена Ленина (1954,1962,1972), звание Героя Социалистического труда (1956), Ленинская премия (1966), Государственная премия СССР (1969), орден Октябрьской Революции (1971).

Вместе с Сергеем Алексеевичем высокие награды получили многие сотрудники ИТМ и ВТ АН СССР.

Научная школа создается тогда, когда у ученого, ее основателя, появляются ученики, вырастающие в ученых, способных вести самостоятельные исследования, продолжая дело, традиции, замыслы учителя.

«Птенцы» Лебедева, выращенные в ИТМ и ВТ АН СССР, оказались достойными учениками, стали крупными учеными.

В Москве с Сергеем Алексеевичем работал Владимир Андреевич Мельников, который активно участвовал в разработке и отладке БЭСМ. Был ответственным исполнителем при создании БЭСМ-2, помогал воспроизвести ее в Китае. Сергей Алексеевич, убедившись в недюжинных способностях ученика, начиная разработку БЭСМ-6, назначил его своим заместителем. После завершения работ по БЭСМ-6 Мельников стал вместе с С.А. Лебедевым и А.А. Соколовым главным конструктором вычислительной системы АС-6, совместимой по программному обеспечению с БЭСМ-6. Созданная в короткие сроки вычислительная система АС-6 воплотила в себе многие идеи, составившие основу будущих супер-ЭВМ. Она использовалась совместно с БЭСМ-6 в космической программе «Союз-Аполлон» и последующих запусках космических кораблей. Мельников был избран членом-корреспондентом, а затем действительным членом Академии наук СССР (теперь РАН), награжден орденом Ленина (1956), двумя орденами Трудового Красного Знамени (1971 и 1976), лауреат Государственных премий (1969 и 1980), а также лауреат Премии президиума АН Украины им. С.А. Лебедева. С 1976 г. работал директором Института проблем кибернетики РАН и являлся главным конструктором супер-ЭВМ «Электроника СБИС». В 1993 г. скоропостижно скончался.



«Ас отладки» В.С. Бурцев оказался асом и в науке. Когда он представил ученому совету диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук (она обобщала опыт создания ЭВМ «Диана-1» и «Диана-2»), то ученый совет единогласно проголосовал за присвоение ему звания доктора наук. Своей самоотверженной работой он завоевал полное доверие у С.А. Лебедева и стал его надежным помощником во втором направлении работ ученого — создании высокопроизводительных управляющих и информационных комплексов для объектов ПРО и центров контроля космического пространства.

Когда С.А. Лебедева не стало, Бурцев был назначен директором ИТМ и ВТ АН СССР. Продолжая дело своего учителя, много сил отдал созданию семейства супер-ЭВМ «Эльбрус» и дальнейшему развитию работ в области ПРО. Был избран членом-корреспондентом, а затем действительным членом РАН. С 1986 г. — директор Вычислительного центра коллективного пользования при президиуме РАН.



Под его руководством разрабатывается супер-ЭВМ, использующая новейшие принципы оптической обработки информации с автоматическим распараллеливанием процессов обработки информации в многомашинных и многопроцессорных комплексах. Принцип распараллеливания вычислений, выдвинутый Лебедевым, получил в работах его ученика логическое развитие.

В.С. Бурцев награжден четырьмя орденами, лауреат Ленинской и двух Государственных премий, а также лауреат Премии президиума АН Украины им. С.А. Лебедева.

Лебедевскую школу прошли и сохраняют ей верность десятки, если не сотни специалистов. Часть из них уже на пенсии, часть еще работает у В.А. Мельникова (Л.Н. Королев, В.П. Иванников, Л.Н. Томилин и др.), у В.С. Бурцева (И.К. Хайлов, В.И. Перекатов, В.Б. Федоров, В.П. Торчигин, Ю.Н. Никольская и др.). Большинство же связало жизнь с ИТМ и ВТ АН СССР им. С.А. Лебедева РАН (Г.Г. Рябов, В.И. Рыжов, В.В. Бардиж, Г.Ш. Головистиков, В.Л. Лаут, А.С. Федоров, А.А. Соколов, М.В. Тяпкин,

В.И. Смирнов и др.). К сожалению, рамки книги не позволяют рассказать обо всех подробно.

Супер-ЭВМ, в разработках которых Сергей Алексеевич и руководимый им коллектив вложили столько труда, были и остаются ведущим классом машин в вычислительной технике.

ИТМ и ВТ АН СССР им. С.А. Лебедева РАН бережно хранит традиции, заложенные и развитые Сергеем Алексеевичем. Институт не сдал своих позиций: вслед за супер-ЭВМ «Эльбрус-1» и «Эльбрус-2» вступает в строй супер-ЭВМ «Эльбрус 3-1», выполняющая 1 млрд. операций в секунду. Такая скорость вычислений делает ее одной из самых быстрых в мире! Супер-ЭВМ «Эльбрус 3-1» воплотила в себе лучший отечественный опыт.

Учитывались и достижения вычислительной техники за рубежом. Мне же хочется отметить ту особенность, которая делает честь создателям мощного вычислительного комплекса: математическое обеспечение «Эльбруса 3-1» может расширяться за счет огромного количества программ, наработанных для БЭСМ-6! Это достигается при включении в его состав супер-ЭВМ «Эльбрус-5» (руководитель работы М.В. Тяпкин) — микроэлектронной копии БЭСМ-6. Ученики сохранили и умножили то, что было сделано при учителе.



В разработку новой эффективной техники много труда и творческого вдохновения вложили главный конструктор комплекса — директор ИТМ и ВТ АН СССР им. С.А. Лебедева РАН с 1986 г., чл. — кор. РАН Геннадий Георгиевич Рябов, а также главные конструкторы основных машин комплекса д-ра техн. наук Андрей Андреевич Соколов и Марк Валерианович Тяпкин. Последним ученая степень докторов наук была присвоена без защиты диссертаций. Оба они отличились еще в годы создания БЭСМ и БЭСМ-6, а сегодня, по единодушному мнению, это специалисты самой высокой квалификации, «золотой фонд» института. Прекрасно работает большой коллектив их молодых помощников.

Система автоматизации проектирования ЭВМ, разработанная под руководством Г.Г. Рябова, помогла своевременно и качественно осуществить проектирование комплекса. За ее создание группе сотрудников института во главе с Г.Г. Рябовым была присуждена Государственная премия.

В большинстве других организаций сложилось иное положение. Слепое копирование зарубежной техники, отказ от сотрудничества с европейскими странами не прошли даром не только для тех, кто этому способствовал, но и нанесли труднопоправимый ущерб научно-техническому прогрессу в области наиболее широко

используемых классов вычислительной техники и электронному машиностроению в целом.



## Нет пророков в своем отечестве!

В 60-х годах в СССР развернулась дискуссия, связанная с переходом к ЭВМ третьего поколения (на интегральных схемах). Большинство участников дискуссии сходились на мнении, что следует создать ряд (семейство) совместимых (программно и аппаратно) ЭВМ. Но на этом согласие кончалось.

С.А. Лебедев, доказавший многолетней работой правоту своих идей и умение предсказывать перспективы развития вычислительной техники, предлагал создать ряд малых и средних ЭВМ и независимо от него вести разработку супер-ЭВМ (в силу больших отличий структуры, архитектуры, технологии супер-ЭВМ).



Лебедев, Глушков и их сторонники считали, что накопленный опыт и созданный к тому времени значительный производственный потенциал позволяют кооперироваться с основными производителями вычислительной техники в Западной Европе, чтобы совместными усилиями перейти к разработке ЭВМ четвертого поколения ранее, чем это сделают американцы.

Противники С.А. Лебедева предлагали идти другим путем — повторить созданную несколько лет назад американскую систему третьего поколения IBM-360. Среди них не было ученых такого веса как Лебедев и его сторонники, но зато были люди, представляющие власть, а следовательно, принимающие решение. Было принято постановление правительства создать Единую систему ЭВМ (ЕС ЭВМ) по аналогии с семейством машин IBM-360. Институт Лебедева в постановлении не упоминался. Когда оно готовилось, его составители пытались уговорить Сергея Алексеевича участвовать в создании единого ряда ЭВМ. Ученый, посоветовавшись с ведущими специалистами, ответил отказом, добавив с никогда не покидавшим его чувством юмора: «А мы сделаем что-нибудь из ряда вон выходящее!», — давая понять, что он не прекратит своих работ по созданию супер-ЭВМ.

Вероятно, решение о копировании IBM-360 не имело бы особых последствий, если бы к этому времени у ИТМ и ВТ АН СССР и других организаций, разрабатывающих вычислительную технику, не появился соперник, претендующий на ведущую роль, — Научно-исследовательский центр электронной Вычислительной техники (НИЦЭВТ). Его создание связано с именем Михаила Кирилловича Сулима. В сорок с небольшим

лет он был назначен заместителем министра радиопромышленности. Прекрасно понимая значение вычислительной техники для народного хозяйства, развернул кипучую деятельность по созданию промышленного и научного потенциала в этой области. Его стараниями в 1967 г. было подготовлено и принято постановление правительства, предусматривающее строительство заводов в различных республиках страны по выпуску средств вычислительной техники (в дополнение к существующим) и создание ряда научно-исследовательских организаций, в том числе, как отмечалось выше, мощного НИЦЭВТ.



По замыслу Сулима, в его состав должны были войти основные организации — разработчики вычислительной техники, в том числе СКБ-245, НИИ Счетмаш, ИТМ и ВТ АН СССР и др. Но план не удался.

НИЦЭВТ был развернут в основном на базе СКБ-245 — давнего соперника ИТМ и ВТ АН СССР. И это сказалось на судьбе обеих организаций и развитии вычислительной техники в целом.

Если институт С.А. Лебедева шел собственным путем и имел на то основания, так как в его составе работали специалисты высочайшей квалификации, прекрасно представляющие цели и содержание исследований, способные оценить плюсы и минусы ЭВМ, создаваемых за рубежом, и использовать это для повышения качества своих разработок, то создаваемый наспех огромный коллектив НИЦЭВТ в первые годы существования, за редким исключением, был в значительной степени лишен этого. Попавшие в него немногие первоклассные специалисты, такие как Б.И. Рамеев, В.К. Левин, «погоды» не сделали, их было слишком мало. Не случайно они не прижились в коллективе, который вынужден был встать на путь аналогий, — копирования того, что появлялось за рубежом, причем с большим отставанием. НИЦЭВТ и был назначен головной организацией по разработке ЕС ЭВМ.

Сергей Алексеевич, узнав, что решение повторить систему IBM-360 принято окончательно, поехал на прием к министру. Для этого ему пришлось встать с постели. У него было воспаление легких, он лежал с высокой температурой. Министр не принял ученого — видимо, было стыдно смотреть ему в глаза, — переадресовал к заместителю. Визит закончился безрезультатно. После этого болезнь усилилась. Иногда возникала надежда на выздоровление, но ненадолго. Крепчайший организм ученого, годами подтачиваемый напряженнейшим, не знающим меры трудом, не выдержал.

Ему становилось все хуже и хуже. Орден Ленина, которым он был награжден к 70-летию, ему вручили дома, — он уже почти не вставал с постели. Вряд ли его порадовала награда, если страдало дело, которому было отдано двадцать пять самых плодотворных лет...

3 июля 1974 г. Петр Петрович Головистиков, приехавший из Киева, посетил Сергея Алексеевича в больнице и рассказал, что побывал в Феофании, где когда-то создавалась МЭСМ. Лебедев внимательно слушал, но смотрел не на него, а куда-то вдаль. Петр Петрович запомнил этот взгляд на всю жизнь. Потом тяжелобольной ученый оживился — возможно, вспомнились до предела трудные, но такие памятные счастьем исполненного замысла годы, проведенные в Киеве. Этот день был последним в жизни великого Труженика, гениального Ученого, прекрасного Человека — Сергея Алексеевича Лебедева.

Для набиравшей силу командно-административной системы такие люди становились досадной помехой на пути бездумно принимаемых решений.

Прогноз С.А. Лебедева оправдался. И в США, и во всем мире в дальнейшем пошли по пути, который он предлагал: с одной стороны, создаются супер-ЭВМ, а с другой — целый ряд менее мощных, ориентированных на различные применения ЭВМ — персональных, специализированных и др.

На разработку ЕС ЭВМ были затрачены огромные средства. Копирование IBM-360 шло трудно, с многократными сдвигами намеченных сроков, потребовало огромных усилий разработчиков. Конечно, была и польза, — повторили пусть устаревшую, но все же весьма сложную систему, многому научились, пришлось овладеть новой технологией изготовления ЭВМ, разработать обширный комплекс периферийных устройств, появились навыки «советизации» зарубежных разработок. И все же при этом «варились в собственном котле», с трудом доставая документацию на систему IBM-360. Если подумать об ущербе, который был нанесен отечественной вычислительной технике, стране, общеевропейским интересам, то он, конечно несравненно выше в соотношении с полученными скромными (не по затратам труда и средств!) результатами,

Лидерам обновления нашего общества нельзя забывать о роли науки и значении выдающихся, воистину незаменимых ученых в развитии научно-технического прогресса и общества в целом.

Напомнить о бессмертном подвиге основоположника отечественной вычислительной техники, о славных годах создания первой ЭВМ на земле Украины, о делах ИТМ и ВТ РАН, носящего теперь имя С.А. Лебедева, одного из немногих научных коллективов, сумевших сохранить передовые позиции в электронном машиностроении и веру в собственные творческие возможности, воспринятую от учителя, — самое время!

Это и попытался сделать автор.

## Главное дело жизни



Имя академика Виктора Михайловича Глушкова связано с кибернетикой, вычислительной техникой, математикой.

Несмотря на разнообразие научных направлений, интересовавших Глушкова, все они относились к одной глобальной проблеме компьютеризации и информатизации общества. В плане этой важнейшей проблемы он был, несомненно, самой яркой фигурой 60–70-х годов в бывшем Советском Союзе.

Деятельность Виктора Михайловича Глушкова воспринималась разными учеными и работавшими с ним людьми не однозначно, но все сходилось в одном: это был исключительно талантливый человек, один из тех, кого можно причислить к выдающимся ученым современности. Такое впечатление создавалось сразу же, когда приходилось прослушать его доклад, лекцию или обсудить с ним какой-либо вопрос.

Заканчивая среднюю школу и овладев к этому времени основами высшей математики и квантовой механики, он мечтал стать физиком-теоретиком. Возможно, что начавшаяся война лишила науку второго Сахарова.

После, завершения математического курса университета, на что понадобился всего один год, у него возникло страстное увлечение самой абстрактной, самой трудной областью математики — топологической алгеброй. За три года непрерывного «мозгового штурма» он первым из математиков решил обобщенную пятую проблему Гильберта. Полученные фундаментальные результаты сразу же поставили молодого ученого в первые ряды математиков бывшего Советского Союза. И вдруг, после такого головокружительного успеха, снова резкий поворот — от самой абстрактной к весьма практической науке — кибернетике. На этот раз — на всю оставшуюся жизнь.

Научные труды В.М. Глушкова — это огромный банк знаний, оставленный в наследство нынешнему и будущему векам. Первые публикации ученого в области абстрактных разделов алгебры появились, когда ему было двадцать семь лет. Из 800 печатных работ, созданных в годы увлечения кибернетикой, более 500 написаны им собственноручно, остальные — с учениками и другими соавторами. Большинство из

них относится к различным направлениям кибернетики, около 100 — к теории проектирования ЭВМ и вычислительной технике.

Кибернетика трактовалась Глушковым как наука об общих закономерностях, принципах и методах обработки информации и управления сложными системами; вычислительная техника (ЭВМ) — как основное техническое средство кибернетики. Это нашло отражение в материалах первой в мире «Энциклопедии кибернетики», подготовленной по инициативе В.М. Глушкова (он же был ответственным редактором) и изданной на украинском и русском языках.

В ней освещаются: теоретическая кибернетика (теория информации, теория автоматов, теория систем и др.); экономическая кибернетика (экономико-математические модели для систем управления предприятиями и отраслями промышленности, транспортом и т. п.); техническая кибернетика (автоматическое управление сложными техническими системами и комплексами, автоматизация научного эксперимента, оптимизация процессов управления и др.); теория ЭВМ (системные принципы построения и конструирования электронных вычислительных машин и их математическое обеспечение); биологическая кибернетика (модели мозга, органов человека, регулирующих систем живых организмов и др.); прикладная и вычислительная математика.

Появление этого капитального труда (1974 г.) совпало со взлетом популярности кибернетики во всем мире. В подготовке энциклопедии приняли участие более 100 ученых бывшего Советского Союза, в том числе более 50 ученых Института кибернетики АН Украины.

В 1978 году коллектив редакторов и ответственных за разделы энциклопедии был отмечен Государственной премией Украины (Н.М. Амосов, И.Н. Коваленко, В.М. Кунцевич, В.А. Ковалевский, А.И. Кухтенко, Б.Н. Пшеничный, З.Л. Рабинович, Е.Л. Ющенко).

Если в первые годы становления кибернетики ее знаменем был американский ученый Н. Винер, то в 60–70-е годы — годы расцвета кибернетики — ее лидером стал украинский ученый В.М. Глушков.

Его книги «Теория цифровых автоматов», «Теория самоусовершенствующихся систем», «Введение в кибернетику» и ряд других сыграли на новом этапе развития кибернетики огромную роль в деле утверждения новой науки. Деятельность Глушкова вышла далеко за пределы Украины. Вряд ли можно назвать большой промышленный город в бывшем Советском Союзе, где Глушков не побывал и не выступал по проблемам кибернетики и вычислительной техники. Активной пропаганде способствовал его талант оратора. Большую роль в становлении, развитии и пропаганде кибернетики сыграли журналы «Кибернетика» и «Управляющие системы и машины», где он был главным редактором.

Блестящие выступления на международных научных форумах (он владел немецким и английским языками), научные труды, опубликованные за рубежом, принесли ему мировую известность. Благодаря огромному авторитету он избирался председателем и членом программных комитетов ряда международных конгрессов и конференций, связанных с обработкой информации. Несколько таких конференций проводилось в Украине. В качестве приглашенного лектора посетил много стран. Был в Польше, Венгрии, обеих Германиях, Болгарии, Чехословакии, Румынии, Кубе, США, Англии, Франции, Мексике, Индии, Испании, Италии, Японии, Австралии, Канаде,

Норвегии и Финляндии. Консультировал правительства ГДР и НРБ по вопросам использования вычислительной техники для решения задач организационного управления. Был почетным членом Польской академии наук, Болгарской академии наук, Академии наук ГДР, Германской академии естествоиспытателей Леопольдина. (Членами последней были Гете и Эйнштейн.)



Не случайно при переиздании Британской, Американской и Большой советской энциклопедий для подготовки раздела «Кибернетика» издательства обратились к В.М. Глушкову.

Колоссальный, заложенный еще в детстве и юности и постоянно пополняемый запас знаний из многих областей науки, сконцентрированный в не знавшей предела и усталости памяти ученого, позволил ему видеть дальше и глубже многих, постоянно выдвигать все новые и новые идеи, обоснованно и четко ставить цели исследований. Главным делом, которому он отдал себя целиком, не жалея здоровья, тратя все свое время, щедро расходуя возможности своего таланта, как магнитом притягивавшего к нему людей, было создание научных и технических основ информационной индустрии, той самой, что сейчас успешно функционирует в ведущих странах Запада.

Эта проблема была поставлена им в начале 60-х годов, когда вычислительная техника и у нас и за рубежом еще находилась в «младенческом возрасте» и мало кто видел достаточно четко ее определяющую роль в жизни общества. Он же уже тогда сумел заглянуть в будущее и ясно представил огромные перспективы развития и применения вычислительной техники и кибернетики в человеческом обществе.

Понимая всю сложность и грандиозность задачи и особенности выполнения крупномасштабных работ в бывшем Советском Союзе, он предложил правительству страны в качестве первого шага создать Общегосударственную автоматизированную систему управления экономикой страны (ОГАС). При этом он рассчитывал на поддержку правительства, поскольку существовавшие в то время средства и методы управления экономикой начиная уже с 40-х годов не справлялись с быстро растущим и все усложняющимся народным хозяйством, из-за чего оно становилось все менее и менее эффективным.

В.М. Глушков понимал, что создание ОГАС потребует быстрого развития работ в области вычислительной техники, разработки научных методов управления экономикой, построения мощной, охватывающей всю страну сети вычислительных центров (около 200 региональных и более 10 тысяч локальных), а в перспективе — широкого применения ЭВМ на рабочих местах специалистов в науке, технике, управлении — на производствах, в отраслях и т. д. и т. п., что и было его дальнейшей целью.

Замысел ученого получил одобрение А.Н. Косыгина, председателя Совета Министров СССР, и В.М. Глушков со свойственной ему энергией приступил к делу, которое впоследствии назвал главным в своей жизни.

Сейчас можно говорить, что его предложения были преждевременными, что вычислительная техника в то время еще не достигла нужного совершенства и общество не было готово к ее использованию. Но ведь ученый не скрывал огромных трудностей, могущих возникнуть на этом пути, и рассчитывал, что при надлежащей организации работ их можно преодолеть. По его подсчетам, на выполнение программы создания ОГАС требовалось три-четыре пятилетки и не менее 20 миллиардов рублей (по тем временам — сумма огромная!). Об этом он прямо сказал Косыгину, подчеркнув, что программа создания ОГАС много сложнее и труднее, чем программы космических и ядерных исследований вместе взятые, к тому же затрагивает политические и общественные стороны жизни общества. Он подсчитал, что при умелой организации работ уже через пять лет затраты на ОГАС станут окупаться, а после ее реализации возможности экономики и благосостояние населения по меньшей мере удвоятся. Было еще одно обязательное условие, которое он поставил: организация авторитетного, наделенного всеми полномочиями государственного органа управления ходом выполнения программы создания ОГАС — Государственного комитета по управлению программой (Госкомупра), наподобие тех комитетов, с помощью которых осуществлялись космическая и ядерная программы. Завершение работ по ОГАС он относил на 90-е годы, т. е. на наше время, что дает возможность утверждать — при достаточной поддержке ОГАС могла бы действительно стать реальностью. Не надо думать, что свершившийся сейчас переход от планового хозяйства к рыночной экономике сделал бы ОГАС ненужной и неэффективной. Как раз наоборот, ее техническая база, накопленное программно-алгоритмическое обеспечение, банки данных, накопившие опыт кадры сослужили бы очень полезную службу народному хозяйству новых государств, возникших на месте Советского Союза.

Безусловно, Глушков понимал, что замысел создания ОГАС вряд ли получит активную поддержку со стороны партийной и государственной элиты, которую научное управление экономикой лишало ореола непогрешимых вершителей судеб народа и страны, и, тем более, со стороны всей бюрократической системы управления бывшего Советского Союза, основанной на административном произволе при принятии самых ответственных решений.

Это был вызов и Западу — там не могли не понимать, что ОГАС, возможно, явится тем главным звеном, ухватившись за которое, Советский Союз сможет поддержать хиреющую экономику, и, что еще хуже, — не дай Бог, создаст наиболее современную и эффективную экономику, базирующуюся на плановом ведении народного хозяйства. Отсюда и появившиеся в 70-х годах нападки на ученого в средствах массовой информации бывшего Советского Союза и западного мира, преследующие цель опорочить ученого в глазах советского руководства, поставить заслон на пути реализации его замысла, направленного, по сути дела, на коренное преобразование общества.

Но таким уж был этот человек. Всю свою сознательную жизнь, начиная со школьных лет, он ставил перед собой казалось бы, недостижимые цели и ценой огромного труда и творческого напряжения добивался исполнения своих намерений, поражая окружающих своеобразными «рекордами» — в научном творчестве,

физической выносливости, организаторской деятельности. Лишь об этой стороне жизни ученого можно было бы написать целую книгу. Не случайно еще при жизни он стал почти легендарной личностью, а за рубежом его называли Богом советской кибернетики. Созданный в невиданно короткие сроки — всего за пять лет — Институт кибернетики АН Украины (это тоже один из его «рекордов!»), где работал многотысячный коллектив энтузиастов, в основном молодых ученых и инженеров, своими оригинальными исследованиями и выдающимися практическими результатами завоевал огромный авторитет и в 60–70-х годах стал «Меккой» кибернетиков всего мира.

Исследования, которые проводились в Институте кибернетики АН Украины (а до его образования — в ВЦ АН Украины), имели те направления, которые отвечали основной задаче, поставленной для себя Глушковым. Они включали компьютерную науку и технику; теорию и технические средства автоматизированных и автоматических систем; проблему искусственного интеллекта; методы оптимизации.

Естественно, он не мог и не ставил целью силами одного, хотя и очень крупного института, каким был Институт кибернетики АН Украины, решить все задачи, связанные с компьютеризацией и информатизацией огромной страны. Он пытался привлечь к проблеме создания ОГАС уже сложившиеся и достаточно мощные коллективы специалистов многих министерств, последовательно добивался правительственного постановления по этой проблеме с целью выделения соответствующих средств.

Институту кибернетики АН Украины отводилась роль лидера в области фундаментальных основ кибернетики и «возмутителя спокойствия» путем разработки на основе теоретических исследований новых технических средств, в первую очередь вычислительных машин, опережающих время, пионерских информационно-управляющих систем, оригинальных и эффективных методов оптимизации. Благодаря активной деятельности Глушкова пропаганда достижений института становилась действенным фактором ускорения развития и внедрения вычислительной техники и кибернетики в народное хозяйство, науку, технику и др., создавала благоприятную почву для развития работ по ОГАС.

Первые значительные успехи Института кибернетики АН Украины были связаны с созданием новых средств вычислительной техники.

Оригинальность (мировой либо отечественный приоритет) большинства идей и принципов, на базе которых создавались ЭВМ 60–70-х годов в Институте кибернетики АН Украины, их значительный вес в общем объеме вычислительной техники, выпускаемой в Советском Союзе в то время, свидетельствуют о значимости украинской научной школы в области цифровых вычислительных машин, идеологом которой стал В.М. Глушков.

Отечественная вычислительная техника тех лет, в том числе разработанная в Украине, не уступала мировому уровню. Когда в июле 1970 г. в Англии состоялся форум «Фундаментальная школа пионеров мировой компьютерной техники, которые творили ее прошлое и будут формировать будущее», то на него были приглашены докладчики всего из восьми стран, в том числе из Советского Союза, который достойно представляла Украина. Это подтверждает, что вклад Украины был действительно весомым.



Имя Глушкова в истории развития вычислительной техники связано прежде всего с разработкой теории проектирования ЭВМ, чем он стал заниматься с 1958 года, переключившись на кибернетику. Его с полным правом можно считать основателем этого стержневого направления науки о компьютерах. Следующей очень важной частью работ в этой области, выполненных им и под его руководством (в 50-е и 60-е годы), стали исследования в области управляющих машин и ЭВМ с высоким внутренним интеллектом. При этом преследовались две цели: во-первых, создание средств управления технологическими процессами, и, во-вторых, построение ЭВМ для инженерных расчетов — предвестников персональных ЭВМ, т. е. вычислительных средств для «низовой» компьютеризации на уровне производственных объектов и рабочих мест специалистов, работа которых связана с обработкой информации. Затем последовал переход к разработке структур, а также архитектур универсальных ЭВМ с высоким внутренним интеллектом. Институт кибернетики АН Украины по этим направлениям развития вычислительной техники в 50-х и 70-х годах был ведущей организацией в Советском Союзе, осуществляя исследования на мировом уровне. Завершающим этапом (конец 70-х-начало 80-х годов) явилась разработка принципов построения сверхпроизводительной многопроцессорной макроконвейерной ЭВМ с ненејмановской архитектурой и программного обеспечения, рассчитанного на использование в многопроцессорной системе. Только сейчас, десять лет спустя, подобные системы вышли на первый план в мировом компьютеростроении. Идея макроконвейера, выдвинутая В.М. Глушковым в конце 70-х годов, явилась прорывом в будущее вычислительной техники.

Большинство теоретических разработок, выполненных в Институте кибернетики АН Украины в области вычислительной техники, были реализованы «в металле», т. е. в реальных ЭВМ. В 60–70-е годы промышленность Советского Союза выпускала более пятнадцати типов ЭВМ, разработанных в Институте кибернетики АН Украины. Требование «промышленной» реализации научных идей было одним из главных у Глушкова. Этому способствовали и традиции, сложившиеся еще при С.А. Лебедеве.



«Научные труды В.М. Глушкова, научные и практические результаты его исследований будут долгое время влиять на развитие науки о компьютерах во всем мире», — так оценил деятельность Глушкова в области проектирования и создания ЭВМ австрийский ученый Х. Земанек.

Международную известность получили работы В.М. Глушкова и ученых института в области искусственного интеллекта. Они велись параллельно разработке теории ЭВМ и служили источником для развития структур и архитектур вычислительных машин новых поколений. Помимо проблемы интеллектуализации ЭВМ Глушковым разработаны основы теории дискретных самоорганизующихся систем, рассмотрена

проблема повышения интеллектуальных возможностей роботов, вопросы теории распознавания образов и др. Проблему искусственного интеллекта он считал одной из самых перспективных в кибернетике и уже задумывался о построении логико-математической модели разума, способного мыслить вне человеческой плоти, о духовном бессмертии гениальных людей.

Огромную роль В.М. Глушков сыграл в формировании идей и методологии построения автоматизированных систем управления различного назначения, от простых до самых сложных. В этой области, так же как и в вычислительной технике, перед учеными института ставилась задача получения не только фундаментальных, но и практических результатов, т. е. создание конкретных систем управления технологическими процессами, сложными научными и промышленными экспериментами, предприятиями и целыми отраслями промышленности.

Им написаны основополагающие монографии по принципам построения АСУ и ОГАС, такие как «Введение в АСУ» (1972 г.), «Основы безбумажной информатики» (1982 г.), «Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС» (1975 г.) и целый ряд научных статей, опубликованных в различных периодических изданиях.

По инициативе Глушкова в институте начиная с 1960 г. проводились исследования в области экономической кибернетики. При его непосредственном участии и поддержке сформировались основные научные направления: сетевое планирование и управление, теория расписаний и календарное планирование, нелинейное и стохастическое программирование, дифференциальные игры, динамические модели экономики, методы дискретной оптимизации и пр., что привело к возникновению новой генерации талантливых исследователей, многие из которых в настоящее время являются специалистами, известными не только в нашей стране, но и за рубежом.

Результаты этих работ были положены в основу математического обеспечения многих пионерских автоматизированных и автоматических систем управления технологическими процессами, производствами, предприятиями и пр.

И все-таки, все, что делалось Институтом кибернетики АН Украины, было, пожалуй, верхушкой айсберга тех многочисленных работ, которые осуществлялись под руководством В.М. Глушкова за пределами института, в первую очередь в различных организациях многих союзных министерств, где он был научным руководителем ряда научных советов, председателем различных комиссий и, конечно, «нарушителем спокойствия» многих ответственных лиц, от которых зависело развитие вычислительной техники, работ по ОГАС и др.

Буквально титанические усилия, предпринимаемые Глушковым, постоянно наталкивались на стену равнодушия, непонимания, а то и просто вражды в верхних эшелонах командно-административной системы. Об этом свидетельствует жена ученого, которой он не раз, возвращаясь из Москвы, говорил, что его не понимают.

Это не было случайным, как и первоначальное непризнание кибернетики учеными-философами в бывшем Советском Союзе.

Как известно, кибернетика вместе с теорией сложных систем с первых шагов стала претендовать на научное, обоснование процессов управления не только в живых организмах и машинах, но и в обществе, и — о ужас! — не на основе марксизма-ленинизма, а на базе точных наук — математики, автоматического управления, статистики и пр.

Это вступало в противоречие с давно сложившимися «методами» управления. Кириленко, один из секретарей ЦК КПСС, как-то сказал Глушкову по поводу использования вычислительной техники для управления технологическими процессами: «А зачем это? Я приезжаю на завод, выступаю, и завод увеличивает производительность на пять процентов! Это не твои два!» А соратнику Глушкова А.И. Китову (по работам, проводимым в оборонной промышленности) один из работников аппарата ЦК КПСС заявил: «Методы оптимизации и автоматизированные системы управления не нужны, поскольку у партии есть свои методы управления: для этого она советуется с народом, например, созывает совещание стахановцев или колхозников-ударников». А.Н. Косыгин, Д.Ф. Устинов и ряд министров, поддерживавших В.М. Глушкова, были скорее исключением из правила.

И тем не менее Глушков не отступил. Начиная с 1962 года двадцать лет он целенаправленно и настойчиво продвигал идею информатизации и компьютеризации страны и добился того, что основные принципы построения ОГАС были одобрены Советом Министров СССР. Оставался главный барьер — Политбюро ЦК КПСС. Именно оно должно было дать согласие на организацию Государственного комитета управления программой ОГАС. Но в этом ученому было отказано...

На заседании Политбюро, где рассматривался этот вопрос, Глушков произнес пророческие слова: «В конце 70-х годов все равно придется вернуться к ОГАС, иначе экономика развалится!».

Когда он вернулся в Киев, его вызвал первый секретарь ЦК КПУ Шелест и сказал, чтобы он перестал пропагандировать ОГАС в «верхах» и занялся «низом» — созданием автоматизированных систем на предприятиях.

Но Глушков еще задолго до этого указания подключил коллектив института к разработке сначала «Львовской системы» (АСУ на Львовском телевизионном заводе), а потом к «Кунцевской» — на радиозаводе в Кунцево под Москвой, которые, по его идее, должны были стать типовыми системами.

В это трудное время его поддержал Устинов, министр обороны. Он предложил ученому реализовать идею ОГАС (пусть частично) на примере оборонных отраслей промышленности. Высокая степень организации в этих отраслях помогла создать в короткие сроки целый ряд эффективных автоматизированных систем управления предприятиями.

Но не дремали и противники идей В.М. Глушкова. Автоматизированные системы управления были объявлены несостоятельными, приносящими одни убытки. В ряде случаев, когда они делались неумело, это действительно имело место. Эти факты преподносились как повсеместные. На этом строилась политика отрицания ускоренной компьютеризации и информатизации общества.

Как и в случае с кибернетикой, противникам АСУ удалось достигнуть временного успеха.

Глушков уже не мог активно вмешаться в эту нечестную игру, хотя и пытался что-то сделать... Быстро прогрессирующая болезнь стала новым безжалостным противником.

Вряд ли стоит вспоминать его бывших оппонентов — они не заслужили этого. Что же касается В.М. Глушкова, то память о нем сохранится в сердцах людей, работавших с ним, и, надеюсь, не оставит равнодушными тех, кто прочитает эту книгу.

За те двадцать лет, что В.М. Глушков боролся за свои идеи, и те десять, что прошли без него, в странах Запада появилось многое из того, о чем мечтал ученый. Там хорошо поняли (может, и не без влияния Глушкова, к которому прислушивались и о ком даже дважды докладывали президенту США), что принятие эффективных управленческих решений невозможно без анализа всей информации о событиях и факторах, способных повлиять на окончательный результат, и для этой цели создали телекоммуникационную сеть, включающую как мощные, так и персональные компьютеры, позволяющую удовлетворить практически любые запросы любого клиента от домохозяйки до бизнесмена и менеджера самого высокого уровня.

Такая информационная система позволяет пользователям обмениваться всеми видами сообщений — от текстовых и цифровых до голосовых и видео. Ответ часто можно получить в ту же минуту. Можно, не подымаясь со стула, совершать сделки, рыться в библиотеке Конгресса США, консультироваться с врачом или юристом, получать исчерпывающую информацию о ценах и спросе на любые товары, заказывать место в гостинице, управлять предприятием, фирмой и так далее.

Система содержит постоянно подновляемые банки данных по самым различным проблемам (медицина, финансы, коммерческая информация и т. д. и т. п.), доступные (за плату) любому пользователю. Могут создаваться банки данных закрытого типа для ограниченного круга лиц. Если внимательно ознакомиться с трудами В.М. Глушкова, можно убедиться, что созданная на Западе информационная система в идеологическом плане мало чем отличается от того, что предлагал ученый.

Она создавалась без всяких решений «вышестоящих органов», а просто в силу экономической целесообразности. Огромную роль сыграло появление в 70-х годах персональных ЭВМ, получивших широчайшее распространение в офисах, на рабочих местах инженеров, конструкторов, менеджеров. Вначале обмен информацией между пользователями машин шел путем простого обмена дискетами, на которых записывалась нужная информация. Затем появились локальные сети, охватывающие персональные ЭВМ целой фирмы, предприятия, учреждения. Параллельно этому процессу шло создание банков данных в мощных вычислительных центрах. Постепенно к ним стали подключаться локальные сети. Образовавшиеся региональные центры были объединены между собой через спутниковую связь. Так появилась мощная информационная сеть, охватывающая ведущие страны Запада.

Придет время — а оно обязательно придет — и такая же информационная сеть заработает и в странах СНГ. Большой задел для ее организации был создан еще и при В.М. Глушкове.

Завершить главное дело его жизни — вопрос чести ученых, инженеров, руководителей.

Во время случайной встречи с киевским журналистом В.П. Красниковым я поделился своим намерением написать воспоминания о становлении и развитии отечественной вычислительной техники и узнал, что у него есть магнитофонные записи рассказов Виктора Михайловича Глушкова о детстве, юности и первых годах научной деятельности. Оказалось, что журналист многократно встречался с ученым в начале 70-х годов, намеревался писать повесть о его жизни, но внезапно заболел. Когда же выздоровел, то понял, что «вышел из образа». Записи остались неиспользованными. Он передал их мне. Это явилось первым побудительным моментом собрать материалы об ученом.

В свою очередь Валентина Михайловна Глушкова, жена Виктора Михайловича, познакомила меня с семейной реликвией — магнитофонными записями рассказов В.М. Глушкова, продиктованных дочери Ольге в последние дни жизни, — своеобразной исповедью, в которой он подводит итог своей творческой деятельности. Полученные материалы и позволили подготовить эту главу. Она состоит из автобиографии, составленной по рассказам В.М. Глушкова В.П. Красникову в 1974 году, и текстов, записанных дочерью 3–11 января 1982 года, когда ученый находился в тяжелейшем состоянии в реанимационной палате Кремлевской больницы в Москве.

Рассказы Глушкова дополняются воспоминаниями сокурсников в студенческие годы, рассказами ближайших учеников и соратников по работе в Институте кибернетики АН Украины, отрывками из писем друзей — выдающихся ученых того времени, а также воспоминаниями жены.

Московские ученые и друзья В.М. Глушкова (А.И. Китов, Ю.А. Антипов, И.А. Данильченко, Ю.А. Михеев, Р.А. Михеева) также откликнулись на просьбу рассказать о тех работах, которые Глушков проводил вне пределов Украины. Без упоминания об этой стороне деятельности ученого образ его был бы далеко не полным.

В процессе подготовки рукописи со мной делились воспоминаниями ветераны Института кибернетики им. В.М. Глушкова АН Украины В.С. Михалевич, В.И. Скурихин, А.А. Морозов, Ю.В. Капитонова, А.А. Летичевский, А.А. Стогний, Т.П. Марьянович и др... Их фамилии многократно упоминаются Глушко-вым. Поэтому я счел возможным включить в текст краткие комментарии о работах этих ученых, тем более, что они позволят лучше представить замечательный коллектив Института кибернетики АН Украины, вполне достойный своего директора.

А.А. Стогний и С.С. Азаров помогли мне уточнить современные представления об информатизированном обществе, что было необходимо для написания этого раздела.

Тексты автобиографии и «исповеди» В.М. Глушкова набраны крупным шрифтом. Все остальное — петитом (за исключением первого и последнего разделов).

Сотрудники библиотеки института (Т.И. Подколзина), фотолаборатории (Н.А. Самофалова), комнаты-музея В.М. Глушкова (Л.Д. Заика) помогли в подготовке фотодокументов и архивных материалов.

Очень большую практическую помощь в компоновке и корректировке материала оказала Ю.В. Капитонова, ставшая руководителем бывшего отдела Глушкова.

Выражаю всем глубокую благодарность и надеюсь, что наш общий труд поможет сохранить память о человеке, который во многом определил ход развития кибернетики и вычислительной техники в Украине и в бывшем Советском Союзе.

## Счастье творчества

*«Талант и счастливый случай могут служить лишь продольными брусками лестницы, по которой человек поднимается вверх, но поперечные перекладины, образующие собой ступени, должны быть, во всяком случае, сделаны из устойчивого прочного материала. Терпеливое и постоянное напряжение энергии одно только и может служить таким материалом. Никогда не хвататься всего одной рукой за то, чему можно отдаться всем своим существом, и никогда не относиться с кондачка к делу, за которое берешься, каким-бы ничтожным оно само по себе не представлялось».*

Ч. Диккенс, «Давид Копперфильд»

## Первые шаги к науке

Родился я 24 августа 1923 года в Ростове-на-Дону в семье горного инженера Михаила Ивановича Глушкова. Отец родом из станицы Луганской, расположенной на границе между Украиной и Россией, мать, Вера Иосифовна Босова, — из станицы Каменской. Отец закончил Днепропетровский горный институт, мать работала в сберкассе.

Ростова почти не помню. Сохранилось в памяти, что уходили за Дон ловить то ли лягушек, то ли рыб.

В 1927–1928 году мы переехали на шахту им. Артема около города Шахты, она была самой большой в Донбассе и одной из самых глубоких. После «шахтинского» дела все инженеры были арестованы. Отец и еще один специалист вначале выполняли работу за десятерых. Потом постепенно обросли помощниками.

В 1929 году, когда на шахте положение выправилось, отца перевели на работу в трест в город Шахты, и я стал жить в этом городе.

Читать научился очень рано. Моя бабушка по отцу, Ефимия Петровна, когда ждала рождения внука, научилась грамоте и читала мне книжки. Отец рисовал для меня картинки со стихами. По-видимому, тогда я и научился читать.

Перед школой я уже прочитал Уэллса, Жюль Верна и другую научно-фантастическую литературу, но все-таки ярко выраженных наклонностей в тот период у меня не было.

В 1931 году, когда мне исполнилось восемь лет, я поступил в школу. Учеба давалась мне без большого труда, так как еще с первого класса я привык прочитывать учебники заранее. Поэтому после занятий в школе мог заниматься своими делами. В третьем классе увлекся зоологией. Прочитал книгу Брэма о животных, стал изучать их классификацию. В четвертом классе меня заинтересовали минералогия и геология. Отчасти этому способствовал отец, который хорошо знал геологию. До моего рождения он был начальником горного округа и открыл на Кавказе свинцовые и цинковые месторождения. Я начал штудировать книги из библиотеки отца и собирать коллекцию минералов. Естественно, что в наших краях большую коллекцию собрать было трудно, но она очень пополнилась после поездки на Кавказ с родителями. Мы были в Орджоникидзе, Сочи и Анапе. В годы войны она, к сожалению, пропала.



Отец был страстным радиолобителем и приобщил меня к этому делу. Когда мы жили на шахте им. Артема, он все время мастерил радиоприемники и аккумуляторы. Я

смотрел, как отец паяет, слушал радиопередачи и уже летом между четвертым и пятым классами начал сам делать радиоприемники. Причем меня уже не удовлетворяло слепое повторение известных схем, я начал изучать книги сначала для радиолюбителей, потом по радиотехнике. И когда пошел в пятый класс, то уже стал делать радиоприемники по собственным схемам. Следует сказать, что в этом большую роль сыграли научно-популярные журналы, такие как «Техника молодежи», «Знание и сила», которые в то время были очень интересными. Не помню, в каком из них увидел конструкцию электропушки с тремя соленоидами и лепестками-держателями, между которыми зажимался стальной сердечник — снаряд. При включении пушки снаряд пролетал первый соленоид и размыкал контакты, через которые подавался электрический ток. Затем он влетал в следующий соленоид и т. д. Я сделал пушку точно по описанию, и она работала, но плохо, потому что механические контакты зажимали снаряд сильнее нормы. И тогда мне удалось сделать первое изобретение — систему управления полетом снаряда, и моя пушка заработала лучше, чем описанная в журнале. Это окрылило и подтолкнуло к мысли сделать прицельное устройство для определения угла поднятия ствола пушки.

Для устройства прицеливания понадобился расчет кулачково-эксцентрикового механизма. Я понял, что нужны математические знания. Математика необходима была и при решении другой проблемы — точного расчета силы тяги и динамики полета снаряда. Эти задачи решаются методами дифференциального и интегрального исчисления, требуют очень тонкого понимания физики твердого тела, магнетизма. Это были первые задачи, которые я сам себе поставил. Тогда я учился в пятом классе. С тех пор я приучил себя не просто перелистывать книгу и извлекать знания неизвестно для чего, а обязательно под определенную задачу. Трудная задача требует, как правило, самых разнообразных знаний. В чем преимущество такого метода усвоения знаний? Когда вы просто читаете книгу, то вам кажется, что все поняли.



А на самом деле в памяти почти ничего не отложилось. Когда читаешь под углом зрения, как это можно применить к своим задачам, тогда прочитанное запоминается на всю жизнь. Такому способу обучения я следовал всегда.

Когда я понял, что моих математических знаний не хватает, то раздобыл учебник по дифференциальному исчислению и «Аналитическую геометрию» Привалова и составил план занятий на лето (перед шестым классом). Стал заниматься алгеброй, геометрией, тригонометрией по программам до десятого класса включительно. В шестом классе изучил дифференциальное исчисление и уже мог составлять уравнения кривых, дифференцировать функции и пр. Летом между шестым и седьмым классами занимался математикой по университетской программе. Участь в седьмом классе и все



лето до начала восьмого, решил (я не знаю математика, который бы это сделал) все примеры из задачника Гюнтера и Кузьмина, рассчитанного на студентов университетов, с очень трудными задачами. Мне хотелось, чтобы не оставалось ничего непонятного. Начал изучать сферическую тригонометрию и открыл для себя небесную механику. Отец и мать страшно возмущались этими занятиями — боялись за мое здоровье. Поэтому я многое делал украдкой.

Это не единственное, чем я занимался. Хорошо помню, что еще в пятом классе мы с отцом сделали примитивный телевизор и принимали передачи из Киева, где была единственная в Советском Союзе телестудия, но это было не нынешнее телевидение, хотя в то время было очень интересно видеть хоть какое-то изображение.

Кстати, моим первым увлечением была не зоология, а астрономия, хобби моего отца. В первом и во втором классах я уже знал названия планет, комет и многое другое. С помощью самодельного телескопа примерно с 40-кратным увеличением мы вместе наблюдали за Луной и звездами. Но этим предметом я не увлекся — мешало плохое зрение. В третьем и четвертом классах заинтересовался гипнозом. Кое-что даже получалось. В книжке по гипнотизму, автора которой я не помню, была глава «Память и уход за ней», откуда я почерпнул разные упражнения для развития памяти. Так что и это кратковременное увлечение не прошло без следа.

В восьмом классе мне попалось описание управляемой по радио модели корабля, и я попытался ее сделать. Но построить хорошую модель не удалось. Пруд в городе был в семи километрах от нашего дома, а модель получилась довольно тяжелой, таскать ее туда и обратно было трудно. Поэтому я сделал нечто вроде трамвая, но без рельсов, а также коротковолновый передатчик и приемник для передачи-приема команд и мотор к трамваю. Мой трамвай мог двигаться, останавливаться, поворачиваться.

С точки зрения технической эстетики я никогда большим мастером не был и не считал особенно нужным сделать модель, похожую на автомобиль, танк или еще на что-нибудь. Меня интересовала суть дела. Смастерил я также прожектор и домашний телефон. (По настоящему телефону позвонил впервые, будучи студентом.) Самodelками, число которых трудно определить, я заинтересовал соучеников, и они часто «паслись» у меня дома. Так, к фотоаппарату «Фотокор» увеличитель сделал сам. Потом вместе с отцом мы соорудили камеру для дневного проявления с рукавами, красным стеклом, кюветками и всем прочим.

С детства у меня была сильная близорукость, но в школе я очков не носил, потому что был довольно подвижным ребенком. Поскольку физически я был развит довольно слабо, то начал активно заниматься физкультурой. К десятому классу у меня были очень хорошие результаты. Например, я почти на свой рост прыгал в высоту, научился плавать. Причем вначале чуть не утонул из-за близорукости — не разглядел и бултыхнулся туда, где глубоко, ну и пошел на дно. Меня вытащили и откачали.

Это мне не понравилось, и я решил научиться плавать. Отец несколько раз пытался научить, но у меня ничего не получалось. Вообще по натуре я заочник и не люблю, когда кто-то помогает. Что же я сделал? Вспомнив закон Архимеда, я понял, почему у меня не получается: голову держу высоко. Как только я погрузился настолько, что выглядывал лишь нос, то сразу поплыл. И переплыл довольно глубокий канал. Кстати, своим девчонкам я передал этот опыт и не без пользы. Пытался заниматься боксом, но не получилось: удары освоил, но защита страдала — подводило зрение. Я понял, что тут ничего не поделаешь, и бросил. Немного занимался футболом и волейболом, но

также мешало зрение (в очках я никогда не играл). Люблю прыжки в воду, прыгал с десяти- и восьмиметровой вышки. Собственно спортом я занимался лишь для своего физического развития и к десятому классу в этом преуспел.

Поскольку я считал себя очень неорганизованным человеком, и это меня волновало, я специально включал в расписание занятий не только то, что нравилось, но и нелюбимые дисциплины, — например, французский язык, черчение и рисование.

В восьмом классе у меня возник интерес к философии. Первая книжка, которую я прочел, «Материализм и эмпириокритицизм». Естественно, читать ее было довольно трудно в том возрасте. Но я не успокаивался до тех пор, пока не начинал ясно понимать каждый термин. Перед десятым классом я прочел «Историю философии» и «Натурфилософию» Гегеля. (У нас, по-моему, не все специалисты философы его читали.) С тех пор я не брался за Гегеля, даже когда сдавал в институте диамат, поскольку все помнил.

К тому времени у меня выработалась довольно большая скорость чтения. Помню, за вечер я прочитывал два романа Тургенева. Правда, это имело и свои отрицательные стороны, — художественные произведения следует читать медленно, однако это я понял спустя некоторое время.

До восьмого класса литература была отнюдь не любимым предметом, но затем я увлекся не только прозой, но и поэзией. И к десятому классу знал очень много стихотворений. Однажды выиграл спор (уже после десятого класса), что смогу десять часов непрерывно декламировать стихи. Я знал наизусть всю поэму Маяковского «Ленин», «Фауста» Гете. Фауст мне нравился необычайно, потому что в его образе раскрывается романтика познания, что для меня тогда было самым главным. Много знал стихотворений на немецком языке, в основном Гете, Шиллера, Гейне, кроме того любил Брюсова и Некрасова. В школе никто из соучеников не догадывался о моем увлечении поэзией. Даже девушкам я стеснялся читать стихи. Все у меня было только для себя. В пятом классе у меня были ужасные и голос, и слух. Но я, между прочим, слух воспитал. Люблю петь песни, особенно украинские. У меня бабушка пела украинские пени и говорила наполовину по-украински.

У меня было какое-то образное мышление, геометрическое, что-ли. Вот читаю, что д Артаньян вышел с такой-то площади и повернул на такую-то улицу, и навсегда запоминаю, что с этой площади начинается эта улица. А после у меня всегда возникало желание посмотреть, как это на самом деле. Я находил в энциклопедии или в атласе карты городов и проверял свои представления. Снова-таки, если вы будете просто смотреть на план города, вы его не запомните, но поскольку я прослеживал маршруты литературных героев, то планы городов сразу запечатлевал в памяти. В 1966-м или 1967 году, попав в Мадрид, я легко ориентировался в нем. Это же могу сказать и о Париже, Лондоне, Берлине и Риме.

Увлечение поэзией не мешало занятиям математикой. К началу восьмого класса я овладел основными университетскими курсами. Однако остались пробелы — теория Галуа, которую я к этому времени не изучил, и др. Вследствие целенаправленного подхода у меня были пробелы даже в школьном курсе. Помню, что начала стереометрии я не знал, поскольку она мне была не нужна.

Меня все время преследовала задача точного расчета электропушки. Уже многое было сделано. Но теория втягивания металлического снаряда в соленоид так и не получалась. Я стал изучать физику. Достал старый пятитомный курс физики Хвольсона

дореволюционного издания и проштудировал его, так как понимал, что эту задачу без серьезного знания физики не решить. И к концу десятого класса теоретическая физика стала для меня основным увлечением.

На чем было основано оно и почему возникло? Я много занимался математикой, но бессистемно, по книгам, которые случайно попадали под руку, стремясь решить свои задачи. С теоретической физикой получилось несколько иначе. Будучи с родителями в Ростове-на-Дону, я купил там книгу Вандер-Вардена «Метод теории групп квантовой механики». Прочитав ее, я сразу понял, что с помощью уравнения Шредингера (из квантовой механики) можно, в принципе, открывать свойства разных новых веществ на кончике пера. Как это понимать? Еще нет вещества, но вы написали его формулу. Какими оно будет обладать свойствами? Каковы будут его удельный вес, прозрачность, температура плавления и другие физические свойства? Этого и сейчас мы еще не умеем делать. Но в принципе с помощью квантовой механики такие задачи можно решить. Поняв это, я загорелся голубой мечтой работать в столь интересной области. Сейчас это направление получило название квантовой химии. Кстати, химией я также занимался довольно много. Дома была химическая лаборатория. Я даже пострадал от любви к химическим опытам. Один раз отравился хлором, другой — сулемой, оба — без потери сознания. Но еще тогда я понял, что надо сосредотачиваться на чем-то одном, и выбрал теоретическую физику, а точнее — квантовую химию. И если бы не война, это желание, может, и осуществилось бы.

21 июня у нас был выпускной вечер. Гуляли всю ночь. Придя домой, я включил приемник. Было 8 часов утра. Попал на немецкую радиостанцию. Передавали, по моему, речь Гитлера. Я немецкий понимал. Так я раньше других узнал, что началась война.

## Тяжелое время

Война нарушила и мои планы. Вместо Московского университета, куда я собирался поступать на физический факультет вместе с четырьмя школьными товарищами, я подал заявление в артучилище. Однако меня не взяли, и военкомат выдал справку, что я негоден к службе в армии, но могу привлекаться к физическому труду. Я поступил в Ростовский университет. Уже 29 сентября первокурсников мобилизовали на рытье окопов на Таганрогском направлении, а студентов старших курсов эвакуировали в Ташкент.

Рыли окопы и противотанковые рвы до подхода немецких войск. Затем окопы заняли курсанты ростовских военных училищ, а нас распустили по домам. Я поехал в Шахты. Вероятно, это был последний поезд из Ростова.

В Шахтах меня снова отправили на рытье окопов. Весной, когда отпустили домой, я поступил на работу в шахтинскую детскую библиотеку. Ростов был уже освобожден, но университет не работал. Однако в начале лета 1942 года немецкие войска прорвали фронт под Воронежем. Наши войска стали отступать, возникла угроза сдачи Шахт и Ростова.

Отец эвакуировался вместе с коллективом горного техникума. Мы с матерью поехали на север, намереваясь пробраться к Сталинграду. На одном из железнодорожных переходов попали под сильную бомбежку. Небольшой группой добрались до переправы на Северском Донце. День и ночь ее бомбили немецкие бомбардировщики Ю-87. Один из них преследовал красноармейца, выбежавшего в поле. Семь-восемь раз самолет пикировал на солдата, обстреливая его из пулемета. Тот падал, вскакивал, пытаясь убежать, но бомбардировщик, сделав круг, возвращался, и все повторялось вновь.

Переправа была все время занята, а на второй день на том берегу, куда мы хотели попасть, показались немецкие танки. Мы возвратились в Шахты и укрылись у знакомых на окраине города, уже занятого немцами. Жили в подвале. Было начало августа. Время от времени приходилось ходить на старую квартиру за вещами, которые мы обменивали на продукты. 13 октября мать пошла одна и не вернулась. Я пытался искать ее в пересыльных лагерях, обошел шесть-семь лагерей под Ростовом и Новочеркасском. Прячась в развалинах, наблюдал как перегоняли из лагеря в лагерь арестованных и пленных, надеясь, что увижу мать, но все безрезультатно. Судьба ее выяснилась после войны. Она была депутатом Шахтинского горсовета. Ее выдала управдом, немка по происхождению. Маму, по-видимому, расстреляли на шахте имени Красина, где проходили массовые казни. За несколько месяцев, что фашисты находились в Шахтах, они расстреляли более трех с половиной тысяч человек.

После возвращения в Шахты договорился со своим однокашником Игорем идти к знакомым в Персияновку, что под Новочеркасском. Там был сельскохозяйственный институт с опытным хозяйством, работу которого немцы возобновили. Знакомые Игоря спрятали нас в складе, где хранились старые трактора, сеялки и другие машины. Здание находилось в стороне от института, но неподалеку был немецкий аэродром. Поэтому выходили из укрытия только ночью. Два месяца питались чем попало. Собирали мороженую картошку на необработанных полях, вырубали куски замерзшего мяса из

найденной в поле павшей лошади. Запомнился как праздничный день, когда кто-то из студентов института принес комок гречневой каши... Во время ночных походов за картошкой разбрасывали на дорогах куски колючей проволоки. Один раз чуть не попались. Наступало уже утро, а мы не успели далеко уйти от места, где разбросали проволоку, когда на нее напоролась машина с немецкими солдатами. Нас увидели и обстреляли, но мы благополучно убежали. Если бы я не окреп физически в последние годы учебы в школе, то не выдержал бы. За эти три месяца получил болезнь печени.

14 февраля 1943 года Шахты освободили. Меня вызвали повесткой в военкомат и мобилизовали на восстановление шахт Донбасса. Большинство из них были взорваны и залиты водой. Полмесяца я работал в забое чернорабочим, потом меня перевели на инженерную должность — инспектором по качеству и технике безопасности. Во время пересменок я должен был опускаться в шахту и брать общую и по слоям пробы пластов из лав. Общий вес проб составлял несколько сот килограммов. Уголь, который я отбивал обушком, насыпался в мешки, а затем я тащил его на санках к выходу. На нашей шахте высота пластов была 50–80 сантиметров. Передвигаться и работать было очень трудно. Работали в основном солдаты из штрафных батальонов.

Пробы сдавали в лабораторию, где определяли качество угля и направление дальнейших разработок. Когда уголь грузили в вагоны, то перед их пломбированием я брал пробу на соответствие углю, что был в лаве. До войны работа, которую я делал, выполнялась бригадой из шести-семи человек. И только потом мне дали лаборантку для измельчения проб.

Обвалы случались часто, дважды попадал в них и я. Первый раз началось с того, что захрустели стойки и меня ударила по плечу глыба угля. Проход за мной завалило. Но путь к выходу остался открытым. Я выбрался, захватив пробы и кирку. Отделался ушибом плеча. Во второй раз я был в штреке главной шахты, километрах в двух от входа. Кстати, тогда не велось никакого учета тех, кто спускался в шахту. Когда набирал пробу в мешок, услышал взрыв и грохот, но не обратил на это внимания. Вынес мешки с пробой на вагонетку и потащил ее к выходу; на полпути наткнулся на завал. На мои крики никто не отвечал. Просидел в завале часов восемь. Потом услышал доносившийся шум, и вскоре меня освободили из заточения.

В конце ноября 1943 года Новочеркасский индустриальный институт объявил прием студентов на теплотехнический факультет. Но мобилизованных учиться не отпускали. Лишь в декабре мне выдали паспорт в военкомате. Вначале я решил поехать в Москву. Однако, приехав туда, понял, что это безнадежное дело — приезжих в университет не брали. Пришлось возвратиться.

Лето прожил у отца. Он работал в том же техникуме, где преподавал до войны. Все домашнее имущество погибло. Было тяжело с питанием. На шахте с продуктами было лучше. Я решил уехать в Новочеркасск и осенью 1944 года стал студентом Индустриального института.

## Штурмуют не только крепости, но и теоремы

Зима была очень трудной. Жил на частной квартире, питался впроголодь. Занятия шли в аудиториях, в которых не успели вставить окна. Перебивался случайными заработками — репетиторством, разгрузкой вагонов на станции и пр. С наступлением лета устроился на работу. Наша бригада из семи человек за летние месяцы восстановила отопление в основных зданиях института, отремонтировала отопительные котлы. На следующий год я переквалифицировался в ремонтника электротехнического оборудования. За эти два года приобрел специальности слесаря-водопроводчика и техника-электрика.

В первые годы учебы я стал известен как студент, знающий досконально все области математики, а также основные сочинения Гегеля и Ленина.

Учившийся вместе с В.М. Глушковым в Новочеркасском индустриальном институте Г.Н. Мокренко вспоминает:

«В бытность учебы в институте зимой 1943–1944 годов я жил в одной комнате с Виктором Глушковым, Иваном Дупляниным и Михаилом Мезенцевым.

Окна нашей комнаты выходили на дорогу, и в период боевых действий 1942 года в доме были оборудованы огневые точки. Окна были заложены кирпичом, остались лишь небольшие амбразуры. Электрического освещения, естественно, не было, отопления также. Амбразуры мы заделали, поставили в комнате чугунную печь, а трубу вывели в окно. Тепло было лишь тогда, когда топили. Для освещения использовали коптилку из гильзы от ПТР. Несмотря на голодное и холодное время, мы не унывали, жили коммуной. И вот здесь особенно проявились замечательные черты Виктора. Он был очень компанейским, располагающим к себе знаниями, эрудицией, простотой, а главное — титанической работоспособностью. Все вечера, а зачастую и ночи он просиживал над учебниками, особенно математическими, исписывая множество тетрадей всевозможными вычислениями и выкладками. Бывало, заглянешь в его книгу, а там — сплошные интегралы, дифференциалы, в тетрадях — то же самое. Для нас это было непостижимо и труднопонимаемо. Но при всей своей исключительно высокой теоретической подготовке буквально по всем дисциплинам он этим не кичился и очень много занимался».

Другой сокурсник Глушкова, В.Г. Ушаков, в настоящее время заведующий кафедрой теоретических основ теплотехники Новочеркасского политехнического института, кандидат технических наук, также тепло вспоминает: «Сблизились мы как-то сразу. Весьма вероятно, это произошло потому, что был я в полном смысле юн и неопытен, а в Викторе непроизвольно ощущал какую-то внутреннюю силу, сдержанную мощь и знание жизни. Но знание не в смысле житейского меркантильного опыта, а в области духовной.

Учился он прекрасно. В его зачетной книжке были одни пятерки. Занимался регулярно и исступленно, изучая не столько теплотехнику (это был наш основной предмет), сколько науки физико-математического цикла.

Когда нам поручили в качестве курсового проекта разработать стенд для исследования процессов горения твердого топлива, предпочтение отдали его решению и не только отдали, но и реализовали, построив весьма солидную (высотой метров 12)

натурную установку. Пожалуй, это было первое внедрение научных идей будущего академика.

Эрудиция Виктора была среди нас общепризнана. Ну, взять хотя бы такой факт. В 1944 году он как-то сказал мне: „Вот если сейчас сбросить на Берлин урановый шар диаметром шесть метров, то война тут же бы закончилась!“. Теперь-то ясно, что речь шла об атомной бомбе и о ее критической массе, но ведь это было в 1944 году. Значит, еще школьником Виктор был знаком с новейшими проблемами физики!

За отличные успехи в учебе и общественной работе его (как и меня) представили к Сталинской стипендии, но наши кандидатуры отклонили, так как перед поступлением в институт мы оба прожили несколько месяцев на оккупированной территории».

Учась на третьем курсе, я познакомился со своей будущей женой, Валентиной Михайловной Папковой, студенткой энергетического факультета.

На четвертом году обучения, когда пошли курсы по специальности, я понял, что теплотехнический профиль будущей работы не удовлетворит меня, и решил перевестись в Ростовский университет, где в начале войны проучился лишь месяц. Подготовившись за четыре курса по математике и физике, поехал в Ростов.

В первый приезд пришлось сдать 25 или 26 экзаменов, точно не помню. (Общее их число за четыре года обучения было 44 или 45). Я их сдал за два приезда. Помню, что в первый день сдал шесть экзаменов. Три из них одному доценту, даже помню его фамилию — Гремятинский. Очень строгий экзаменатор, гроза всех студентов. Он задал мне три вопроса. Из каждого курса математического анализа, изучаемого на первых трех курсах, по одному, предупредив, что в случае, если не справлюсь с заданием по первому, нечего говорить об остальных. Я быстро сделал первое задание, причем оригинальным способом, которого он не знал. Он дал мне новые задачи и в конце-концов поставил три пятерки.

Преподаватель физики, которому я должен был сдавать следующие два экзамена, к этому времени ушел домой. Я решил проявить нахальство и пошел к нему. Он удивился, но тем не менее принял у меня два экзамена по физике. Последним в этот день был экзамен по астрономии. Уже к вечеру я разыскал преподавателя в институте. Начав сдавать экзамен, заметил его легкое волнение, оказывается, у него очередь подходит за хлебом. Что делать? Пошли с ним вместе. Помню, стояли в очереди, у меня были бумаги, где я сделал все выкладки, и на все вопросы написал ответы. Он задал еще два или три вопроса и, уже поздно вечером получив хлеб, поставил мне последнюю оценку — «пятерку». Пожевав завалившиеся сухари, я пошел к развалинам драматического театра, где и заснул. Проснулся, когда рассветало. В этот день сдал успешно два экзамена по алгебре, а на следующий — еще четыре.



В следующий приезд сдал остальные экзамены и оказался на пятом курсе. Это был самый героический период в моей жизни.

Передо мной встал выбор — что делать? Было начало сентября 1947 года. Я числился студентом пятого курса Новочеркасского индустриального института и был зачислен на пятый курс Ростовского (на Дону) университета. В Новочеркасском индустриальном институте оставалось пройти производственную практику и написать дипломный проект. Я не стал этого делать и поехал в Ростов, начал заниматься в университете. Устроиться в общежитии не смог, частная квартира стоила дорого, поэтому я уехал домой в Шахты, договорившись, что буду учиться как заочник. Дипломную работу мне дали по теории несобственных интегралов. Отец в это время жил в Шахтах, второй раз женился, появились дети, и стало тесно. Я кое-как перебивался. В Ростове не показывался до самого момента защиты. В дипломной работе я развил новый метод вычисления таблиц несобственных интегралов. Рассмотрел все существующие таблицы и почти во всех интегралах, которые там есть, обнаружил неточности. Это были старые немецкие таблицы, выдержавшие 10–12 изданий. По всем имеющимся интегралам границы, в которых они справедливы, были указаны неправильно. Я это доказал. Работа была неплохая, как я теперь понимаю, но возникла непредвиденная ситуация. Со мной одновременно защищал диплом студент, который учился на стационаре и считался вундеркиндом, был любимцем большинства профессоров. А в аспирантуру в этот год не было приема, было лишь место ассистента. Профессура хотела этого студента оставить ассистентом с тем, чтобы позднее он поступил в аспирантуру. К тому же во время защиты дипломной работы я довольно резко ответил на замечание председателя экзаменационной комиссии, и мне поставили четыре, а студент-вундеркинд получил высший балл. И хотя у него оценки по ряду дисциплин были ниже, оставили его, а не меня.

При распределении на работу меня направили на Урал в одно из учреждений, связанных с зарождавшейся атомной промышленностью.

Вместе с В.М. Глушковым поехала его жена, Валентина Михайловна Папкина, с которой он расписался за месяц до окончания университета.

«Мы учились на одном факультете, но в разных группах, — вспоминает Валентина Михайловна. — Меня ошеломила первая встреча с ним. Его ум, колоссальный запас знаний во всех областях, каких бы мы не коснулись, заставили почувствовать себя такой беспомощной, уязвимой, хотя вел он себя естественно, просто, доступно. Познакомившись поближе, я убедилась, что для достижения такой эрудиции, помимо одаренности, а она была у него налицо, требовалась еще большая работоспособность. Он ее вырабатывал с детских лет, как и формировал свой творческий ум. Во многом он был обязан этим отцу, человеку умному и по природе прекрасному педагогу.

Как студент он запомнился мне в пальто с длинными карманами со строго отобранными книгами, „библиотекой на ходу“, которые он должен был за точно определенное время прочесть. Занимался всюду: в транспорте, в театре, в кино, в гостях. Занимался самозабвенно и с настроением. Мы, студенты, слушая его выступления на семинарах, на студенческих конференциях, смотрели на него как на „уникума“, чувствуя, что его знания намного превосходят не только наши, но и преподавателей, которые просто боялись его».



В восемнадцать лет Валентина Михайловна оказалась в занятом немцами Таганроге. Ее отца незаконно репрессировали в 1937 году, а мать умерла на следующий день после его ареста. Жившая в Таганроге родственница не дала молодой девушке погибнуть от голода. Не по годам повзрослевшая Валя, познакомившись на третьем курсе Новочеркасского индустриального института со своим сокурсником — Виктором Глушковым, сразу поняла — они должны быть вместе, это — судьба.

До сих пор хранится письмо, написанное Валею Папковой Виктору Глушкову 15 марта 1948 года, навсегда связавшее их. С разрешения Валентины Михайловны привожу его полностью.

«Вы, вероятно, очень удивитесь, Виктор, получив мое письмо, но я все же пишу, не имея даже уверенности в том, что оно дойдет до Вас. Пишу потому, что мне тяжело, может быть, последний раз встречать Вас и делать вид, что мы незнакомы. Я до сих пор не пойму, почему раззнакомились мы. Расстались кажется, по-хорошему, не причинив особенных неприятностей друг другу. Но позже вышло все так глупо... И вот прошло уже более двух лет, но вычеркнуть из памяти знакомство с Вами, Виктор, очень трудно, вероятно, потому, что Вы — Глушков. Мне бы очень хотелось еще раз поговорить с Вами, Виктор, узнать все, что касается Глушкова. Я почему-то до сих пор не верю, что Вы оставили наш институт. Если это так, то что же могло повлиять на Вас? Неужели Вы увлеклись устройством личных дел? Последнее можно было бы совместить. Виталий говорил, что Вы целиком переселились в университет. Это, безусловно, замечательно, так как там Вы найдете для себя большой простор, но и этот институт мог бы пригодиться Вам, тем более что до окончания осталось всего один год,

Я знаю, что ироническая улыбка сейчас не сходит с Ваших уст. Вы можете сказать, что меня это меньше всего касается, и будете по-своему правы, но не учитываете одного обстоятельства. Узнав Вас, Виктор, трудно сблизиться с другим человеком. Вы становитесь мерилom всему. В моем представлении Вы недостижимый великан, к которому можно только приблизиться по своему развитию, но не сравниться. Я и хочу, чтобы Вы навсегда остались таким. Да Вы такой и есть, ведь правда же?!

...Я от души Вам желаю успеха во всем. И если Вы сейчас личные дела поставили на первый план, то, безусловно, потом Вы наверстаете все.

С приветом, В.Папкова.»

В Нижнем Тагиле у меня была родственница — сестра матери, тетя Люба. Ее муж был главным инженером Нижнетагильского металлургического комбината. Мы решили ехать в Нижний Тагил и оттуда к месту работы, это еще километров сто. Вначале остановились у тети Любы, а на следующий день я поехал устраиваться. Но когда приехал (а на наши мытарства ушло недели две), то оказалось, что мне изменили назначение: пришло распоряжение Министерства высшего образования о направлении меня на работу в Новочеркасский индустриальный институт. Однако уже при всем желании возвращаться мы не могли, потому что денег не осталось ни копейки и занимать было не у кого. Я временно устроился в педагогическом училище в Нижнем Тагиле, а потом поехал в Свердловск, рассчитывая, что там в одном из институтов будет вакансия и я в какой-то мере выполню распоряжение Министерства высшего образования. В Свердловском университете работал профессор Сергей Николаевич Черников. Он был деканом факультета, занимался высшей алгеброй, теорией групп, а не математическим анализом, что было мне ближе. После нашего разговора у него

возникло желание помочь мне. Поскольку мест в университете не оказалось, он позвонил в Лесотехнический институт (там у него был знакомый математик), и меня приняли на три четверти ставки ассистента. Министерство утвердило это назначение (ехать на Урал было мало охотников). С женой получилось проще: у нее был свободный диплом. Она устроилась довольно быстро в Свердловэнерго. На следующий год я уже работал старшим преподавателем.

С.Н. Черников сразу вовлек меня в свой кружок, и я стал заниматься совсем не тем, чем занимался в университете: теорией групп. Подготовленные мной три работы по теории функций так и остались неопубликованными. Безусловно, их можно было бы поместить в любой солидный математический журнал, однако под влиянием Черникова я уже потерял к ним интерес. Черников помог мне быстро освоить новые области математики: он был очень хорошим педагогом. Вместо штудирования учебников сразу давал конкретные задачи: сначала учебные, затем такие, которые в обычных задачниках не найдешь, а уж в конце специальные, проблемные. Занимаясь ими, я быстро освоил теорию групп. В 1949 году Сергей Николаевич предложил мне поступить в заочную аспирантуру, что я и сделал, оставаясь в то же время старшим преподавателем.

В конце 50-го года у меня была уже готова диссертация «Теория локально-нильпотентных групп без кручения с условием обрыва некоторых цепей подгруппы». Название мало что говорит, поскольку это специальная область математики. Правда, затем она вошла в учебники. В январе пятьдесят первого года я представил работу на защиту в Свердловский университет и в октябре того же года ее защитил. После этого меня назначили доцентом, и я стал думать о докторской диссертации. Мое внимание привлек мировой математический конгресс 1900 года, где знаменитый немецкий математик Гильберт поставил 23 проблемы тогдашней математики, наиболее крупные и сложные. Лишь недавно были решены некоторые из них. Решение каждой проблемы Гильберта становится сенсацией в науке. Мне хотелось разработать малоизученную область, и я занялся одной очень трудной проблемой из теории топологических групп, связанной с пятой проблемой Гильберта. В это же время состоялось мое знакомство с академиком Анатолием Ивановичем Мальцевым, работавшим тогда в Иванове. Он был математиком высочайшего класса и занимался заинтересовавшей меня областью — теорией групп и теорией линейных неравенств. Я стал посылать ему свои статьи, мы переписывались до самой его смерти (в Новосибирске). Так с 1951 года я начал заниматься практически новой областью. Входить надо было в теорию топологических пространств (это довольно сложная область). Я продолжал работать в Лесотехническом институте, читал лекции. Нередко ловил себя на том, что выписываю интеграл на доске, а в голове мелькают мысли об этой теореме. Я понимал, что если прекратить этот штурм, то потом очень много времени потратишь на восстановление уже достигнутого. Над пятой проблемой Гильберта работали также американцы. Я рассмотрел один частный случай, а потом Мальцев решил одну частную задачу. Затем я рассмотрел еще один более общий случай. Эти работы, включая мои предыдущие по нильпотентным группам, могли составить предмет докторской диссертации. Но к этому времени в теории топологии была сформулирована обобщенная проблема Гильберта. Так вот, я решил ее, т. е. сделал больше, чем американцы. Причем решил более простым методом, который лучше подходит и для исследования обычной проблемы Гильберта. Над основной теоремой по обобщенной пятой проблеме я бился три года подряд. Подсознание работало, даже когда я спал. Иногда ночью казалось, что все

получилось. А утром вставал, садился за стол, смотрю — нет, где-то какая-то зацепка есть, логическая неувязка, ошибка. Трехгодичный непрерывный штурм закончился в 1955 году. Мы с женой поехали на Кавказ в туристический поход. На Казбеке при подъеме на ледник мне пришла в голову идея, позволяющая обосновать решение обобщенной проблемы Гильберта. Однако я приучил себя к тому, что в моих рассуждениях обязательно есть ошибка, и не сразу поверил себе. Начал искать ее, но все получается. Потом вдруг вроде нашел ошибку, но нет — снова получается. В поезде все записал, а потом еще шесть месяцев дорабатывал. Получилось страниц 60. Причем это было всего лишь доказательство одной теоремы. Пока еще никому в мире не удалось дать более короткого доказательства. Эта работа принесла мне известность среди математиков и огромное, творческое, что ли, счастье.

В 1955 году я подал докторскую диссертацию на защиту. Заканчивал работу в Московском университете, куда меня прикомандировали на шесть месяцев в докторантуру. Переписывал диссертацию раз пять-шесть. Я вообще оформляю статьи очень медленно, для меня это тяжелое дело. Поэтому хотя и подготовил диссертацию в Свердловске, где имел полную учебную нагрузку, но оформить ее там не успел. Труда было вложено очень много, потому что я занимался наиболее абстрактными областями в математике. Подавляющее число математиков-профессоров не сможет даже точно сформулировать то, что я доказал.

## **Исповедь. Последний подвиг ученого**

*«Жить и сгорать у всех в обычае,  
но жизнь тогда лишь обессмертишь,  
когда ей к свету и величию  
своею жертвой путь прочертишь».*

*Б. Пастернак, «Смерть сапера»*

## Девять дней 1982 года

Рассказы В.М. Глушкова о его творческом пути, помещенные в этой части книги, продиктованы дочери Ольге в январе 1982 года, когда ученый после двух страшных коллапсов, надолго лишивших его сознания, находился в палате реанимации, и когда основные жизненные органы один за другим отказывались служить угасавшему телу.

Если бы судьба позволила Глушкову написать мемуары, конечно, они были бы много глубже, ярче, охватывали очень широкий круг людей и интересовавших его проблем. Но и то, что нам оставлено, представляет огромную ценность для истории науки, для понимания творческой биографии ученого и самое главное — актуально для нынешнего и будущего времени.

Можно лишь преклоняться перед мужеством ученого, сумевшего буквально на пороге небытия так много сказать о главном деле своей жизни, не проронив ни слова о том, как ему было невыносимо тяжело в эти последние дни.

Болезнь подкралась незаметно, когда В.М. Глушкову шел пятьдесят — шестой год и он был полон творческой энергии и далеко идущих замыслов. Благодаря характеру, огромной силе воли, он продолжал работать, преодолевая слабость, головную боль, мучительный кашель, скачущее давление. Считая недомогание временным, летом 1981 года полетел на Кубу. Нервное напряжение во время поездки перебороло начавшуюся болезнь. Вернулся как будто посвежевший, но вскоре все возобновилось. Однако для того чтобы подлечиться, времени не находилось — под руководством Виктора Михайловича в институте завершалось проектирование давно задуманной им макроконвейерной ЭВМ.

«По возвращении в Киев лечащий врач настояла на обследовании, — вспоминает Валентина Михайловна Глушкова. — Он согласился лечь в больницу на десять дней, после собирался поехать в Чехословакию. Однако болезнь прогрессировала. Ему становилось все хуже и хуже. Врачи терялись в догадках. Вначале считали, что это преждевременный склероз мозга, потом диагнозы часто менялись. Первыми забили тревогу москвичи — главные конструкторы систем в оборонной промышленности, неоднократно приезжавшие к ученому на консультации. Видя беспомощность киевской медицины, они договорились о переводе мужа в Кремлевскую больницу. Нас поместили вместе. Это было исключением из очень жестких правил. На этом сумели настоять московские коллеги, учитывая его состояние и мою просьбу. Друзья и соратники Виктора Михайловича по Москве — Игорь Антонович Данильченко, Юрий Евгеньевич Антипов, Юрий Александрович Михеев, Анатолий Иванович Китов, а также сотрудники Института кибернетики АН Украины — Анатолий Александрович Стогний, Виктор Алексеевич Тарасов организовали „штаб“ помощи больному. Они оперативно решали вопросы, связанные с организацией консультаций лучших врачей-ученых страны, выполнением часто весьма не простых рекомендаций.

Несмотря на все старания врачей и их добровольных помощников, после перевода в московскую больницу ему стало хуже. Пятого ноября 1981 г. произошло резкое снижение всех жизненных функций. Виктора Михайловича перевезли в реанимационное отделение и подключили искусственное дыхание. Шли дни за днями. Сознание не возвращалось. Многочисленные консилиумы были безрезультатными.

Врачи считали, что это конец. Меня в реанимационную палату не пускали. Я была в отчаянии. Видя это, Раиса Афанасьевна Михеева — жена Ю.А. Михеева, которая с первого дня стала моей незаменимой помощницей, достала белый халат и шапочку и под видом сестры стала ежедневно приходить к Виктору Михайловичу. К сожалению, ее рассказы не могли принести утешения ни мне, ни членам „штаба“. Так продолжалось десять мучительных дней. На одиннадцатый случилось чудо — у Виктора Михайловича задвигались зрачки, а в последующие дни стало восстанавливаться дыхание, спал отек легких, заработали остальные органы.

Врачи по-прежнему не могли установить причин болезни, высказывали разные догадки. Я настояла на консультации европейской знаменитости — профессора Цюльха из Кельна. Он ознакомился с деревом симптомов, связался с банками медицинской информации США, Англии и других стран. Аналогичный случай был зафиксирован в Сингапуре. Было установлено, что это опухоль продолговатого мозга (астроцетомы), органа, который управляет деятельностью основных органов тела. Профессор сказал, что у Виктора Михайловича болезнь зашла слишком далеко. Спасти его невозможно...

О заключении профессора мужу не сказали. Но он сам уже все „вычислил“ и понимал, что обречен... В одном из последних разговоров вспомнил наши вечерние прогулки в молодости, когда дарил мне далекие созвездия, и, желая утешить, сказал:

— Не расстраивайся! Ведь через подаренные мной созвездия когда-нибудь будет проходить свет с нашей Земли, и на каждом мы будем появляться снова молодыми. Так и будем в вечности всегда вместе!

В 58 лет закончилась его жизнь, очень яркая, интересная, но и не легкая».

Вероятно, многие помнят кинокартину «Девять дней одного года». Обреченный ученый-физик мужественно продолжает исследования в оставшиеся для жизни дни, понимая, что имеет возможность получить уникальные результаты для науки, которой беззаветно служил. Девять дней Виктора Михайловича, в которые он диктовал дочери Ольге свою «исповедь», — это тоже дни подвига, но не в кинофильме, а в реальной жизни!

У Валентины Михайловны хранится отпечаток первой научной работы Виктора Михайловича. Много лет назад он написал на титульной странице: «Моей дорогой соучастнице единственной Валечке. 17.VI. 1950 г. В.Глушков».

Уходя из жизни он оставил семье частичку самого себя — свой голос, свои последние рассказы, подводящие итог творчества и совместной работы с многочисленными соратниками по Институту кибернетики АН Украины — его любимому детищу, его надежде.

## Крутой поворот

Во время подготовки и защиты докторской диссертации в Московском университете я жил вместе с докторантами с Украины, которые представили меня академику АН Украины Б.В. Гнеденко, бывшему в то время директором Института математики и академиком-секретарем Отделения математики и механики АН Украины.

В марте 1956 г. по его приглашению приехал в Киев. Это была, кстати, моя первая поездка туда. Гнеденко ознакомил меня с Киевским университетом и личными делами молодых специалистов, заканчивающих университет и отобранных для работы в Институте математики АН Украины (для пополнения бывшей лаборатории С.А. Лебедева).

Один любопытный эпизод. Гнеденко предложил мне на выбор заведование лабораторией или кафедру в Киевском университете. Мы зашли в кабинет декана мехмата. Он сидел такой важный, поинтересовался, какой кафедрой я заведовал. Услышав, что это Уральский лесотехнический институт, кафедра теоретической механики, отнесся ко мне с недоверием, сказал, что здесь университет столичный, тут высокие требования. Короче, мне сразу расхотелось в университет. Но я, впрочем, с самого начала решил, что пойду именно в академию, а не в университет. А в академии Гнеденко сводил меня к Г.Н. Савину. Он был тогда вице-президентом и отвечал за секцию физико-математических и технических наук. Он тоже немножко засомневался, смогу ли я руководить сразу сотнями сотрудников, если на Урале руководил единицами (а это действительно совсем разные вещи: руководить маленькой кафедрой и руководить институтом — организационно абсолютно не похоже одно на другое). Но когда мы поговорили о том, как я собираюсь все это делать, он одобрил мои намерения и согласился принять на работу в академию.

Во время второго приезда вопрос моего перехода в Киев был окончательно решен. Я стал заведующим лабораторией вычислительной техники Института математики. Предполагалось, что лаборатория будет реорганизована в Вычислительный центр АН Украины в соответствии с вышедшим в 1955 году постановлением о создании вычислительных центров в академиях союзных республик, в том числе в Украине.

«Так получилось, что я был старшим в лаборатории вычислительной техники Института математики АН Украины в те дни, когда В.М. Глушков впервые появился в Феофании и попросил завизировать заявление о зачислении в институт, — вспоминает сотрудник лаборатории З.Л. Рабинович. — Коллектив лаборатории был по тем временам очень сильным. Может быть поэтому вначале Глушков был встречен с некоторым недоверием, хотя как человек он сразу же вызвал симпатии буквально у всех сотрудников. Возникшие сомнения в гротескной форме выразил умелец и остролов, талантливый техник Ю.С. Мозыра, к сожалению, безвременно скончавшийся:

С математических высот  
Ты спущен к нам в водоворот,  
С Олимпа, где слагают оды,  
Туда, где крик стоит: „Диоды!“,  
Где каждому подай паяльник.

Попробуй, справишься ль, Начальник!

Справился. Да еще как! И, конечно, в этом нелегком „овладении“ коллективом Глушкову помогли блестящий интеллект, человеческое обаяние, увлеченность новой наукой.

Из научных исследований, проводимых в то время в лаборатории на базе созданной под руководством Лебедева Малой электронной счетной машины (МЭСМ), следует отметить важные работы по теории программирования, приведшие впоследствии к созданию адресного языка (В.С. Королюк, Е.Л. Ющенко), а также методы решения статистических и оптимизационных задач (Б.В. Гнеденко, В.С. Михалевич и др.). Весь комплекс работ на МЭСМ обеспечивал эксплуатационный персонал под руководством Л.П. Дашевского (С.Б. Погребинский, А.Л. Гладыш и др.). Эти же сотрудники участвовали и в других разработках. На базе МЭСМ проводилось испытание новых логических элементов, в частности, феррит-диодных (Е.А. Шкабара, Б.Н. Малиновский) и полупроводниковых (А.И. Кондалев и др.).

Была уже введена в опытную, а затем и в регулярную эксплуатацию машина СЭСМ — первый в Союзе матрично-векторный процессор с конвейерной организацией вычислений и совмещением ввода данных и расчетов. Архитектура СЭСМ была построена по идеям С.А. Лебедева. Отметим в связи с этим, что Глушков „не отгородился“ от этой работы, а, наоборот, проявил очень важную и характерную для него инициативу. Преодолев традиционное сопротивление разработчиков (работа сделана, чего уж там!), он засадил нас за написание книги. Для этого были веские основания: СЭСМ содержала ряд структурных новинок, имеющих определенное самостоятельное значение (динамические регистры на магнитном барабане, система встроенной диагностики и др.).

Книга была переиздана в США (по-видимому, это была одна из первых советских — книг по вычислительной технике, появившихся за рубежом).

Исключительно важной работой лаборатории в то время было создание ЭВМ „Киев“. Она была начата по инициативе и под руководством Гнеденко, и ответственным за нее был Л.Н. Дашевский. Машина предназначалась для организуемого (на базе лаборатории) Вычислительного центра и должна была представлять существенно новое слово в вычислительной технике — иметь асинхронное управление (по-видимому, впервые в Союзе), ферритовую оперативную память, внешнюю память на магнитных барабанах, ввод-вывод чисел в десятичной системе счисления (аналогично СЭСМ), пассивное запоминающее устройство с набором констант и подпрограмм элементарных функций, развитую систему операций, включая групповые операции с модификацией адресов, выполняемых над сложными структурами данных, и др. Разработку вначале выполнял тот же коллектив, что и создал МЭСМ; в выборе операций участвовали В.С. Королюк, И.Б. Погребыский, Е.Л. Ющенко — сотрудники Института математики АН Украины. В.М. Глушков подключился на завершающем этапе технического проектирования, сборки и наладки машины и, будучи вместе с Дашевским и Ющенко руководителем работы, принял в ней активное участие. Завершилась она уже в стенах Вычислительного центра АН Украины.

Разработка двухмашинной системы радиолокационного обнаружения воздушных целей и наведения на них самолетов-истребителей была еще одной большой работой,



начатой до прихода В.М. Глушкова. Для этого были скомплектованы две небольшие группы, руководителями которых стали энтузиасты Малиновский и Рабинович. Б.Н. Малиновский занимался машиной первичной переработки радиолокационной информации, а я — машиной наведения. Работали в хорошем контакте между собой и, что далеко не всегда бывает, с нашим московским заказчиком (И.С. Овсевич, В.В. Липаев и др.). Это, безусловно, способствовало творческой атмосфере в коллективе и, соответственно, успеху в работе. Я помню, что сотрудников наших групп по двум направлениям работы представители заказчика называли соответственно „малинята“ и „рабинята“.

С приходом Глушкова работа получила существенно новое звучание. Он начал подводить под нее строгую научную базу, формулировать математическую теорию процесса наведения. Результаты были одобрены заказчиком и использованы по назначению для создания штатных систем ПВО.

Таким образом, ни одна из проводимых в лаборатории работ не была заброшена. Напротив, все получили логическое завершение. Специально это оговариваю, потому что одной из замечательных особенностей ученого было умение воспринимать чужие идеи, подхватывать и развивать их, если они того заслуживали. К сожалению, бывают ученые, которые любую не высказанную ими идею встречают буквально в штывы и требуют от своих сотрудников лишь исполнения их собственных замыслов. Глушков же говорил, что руководитель, который не мешает своим инициативным сотрудникам, — это хороший руководитель, но если он еще и помогает им, то это уже руководитель отличный. Именно таким и был В.М. Глушков, несмотря на то, что сам был мощным генератором идей».

А вот что запомнилось о том времени С.С. Забаре, тогда молодому специалисту:

«В 1956 году в числе пятерых студентов-выпускников радиотехнического факультета Киевского политехнического института я по счастливой случайности, был распределен в лабораторию вычислительной техники Института математики АН Украины. Это был первый набор молодых специалистов в вычислительную технику, о которой нам ни слова не говорили в институте, мы знали о ней что-то понаслышке и, конечно же, в фантастическо-романтической окраске.

Все приходилось познавать заново, доучиваться в процессе работы. Творческая атмосфера в лаборатории была удивительной. Здесь незадолго до нашего прихода была создана первая в Европе вычислительная машина МЭСМ и работали Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара, З.Л. Рабинович, Б.Н. Малиновский, С.Б. Погребинский, А.И. Кондалев, А.Л. Гладыш и др. Тогда все они были молодыми (немногим за тридцать), а сегодня мы говорим о них как об „отцах-основателях“. Это была плеяда подвижников-энтузиастов. Сами по себе яркие личности, озаренные талантом академика Лебедева, окрыленные выдающимся успехом своей работы, они, казалось, не ощущали границ своих возможностей. Работать с ними, жить в атмосфере их интересов, заслужить их признание было подлинным счастьем. И мы, молодые специалисты (общеежитие за городом, зарплата минимальная), не мыслили себе другой судьбы, других учителей.

Вот в эту обстановку и попал в 1956 г. Глушков. Ему было не просто, потому что после Лебедева лидером можно было стать только за счет интеллекта, а не по должности.

Что с самого начала поразило в Викторе Михайловиче и сразу привлекло к нему? Прежде всего комплексное видение проблемы. Как будто он смотрел на наш мир с

какой-то поднятой над землей точки и обозревал все пространство сразу. Все наши „старички“ были отличные специалисты, но все-таки в достаточно узкой области, а Виктор Михайлович обладал даром охватывать сразу всю совокупность проблем и при этом остро чувствовать направления перспективного развития. Я ясно помню, как в первых же своих высказываниях о вычислительной технике он четко сформулировал основные идеи ее развития, определил ближние и дальние цели нашей работы в этой области. Мы были поражены способностью Виктора Михайловича быстро вникать и профессионально разбираться практически во всех вопросах, связанных с созданием ЭВМ.

Когда мы впервые начали активно сотрудничать с другими союзными школами кибернетиков, прежде всего с москвичами, то мне поначалу было трудно избавиться от некоторой робости перед уверенной поступью столичных корифеев. Виктор Михайлович добродушно подсмеивался над нами: „Не нужно чувствовать себя провинциалами“. Как-то он взял с собой молодых специалистов, в том числе и меня, на конференцию по вычислительной технике, проходившую в Москве, где выступали с докладами тогда уже Герои соцтруда главные конструкторы С.А. Лебедев, Ю.Я. Базилевский и другие известные специалисты. Увидя нас после конференции, Виктор Михайлович спросил:

— Как, молодежь, потягаемся? — Вроде бы да! — Ну, раз можем, значит, будем!

Вот эта неискоренимая вера, что все по плечу, только нужно как следует взяться, была очень характерна для Виктора Михайловича. И она передавалась его „команде“, и с ним не страшно было „ввязываться“ в самые сложные проекты».

Б.В. Гнеденко разрешил мне только три дня в неделю бывать в лаборатории, а остальные три были даны для изучения предмета, вхождения в курс дела. На время моего отсутствия каждый день назначался временно исполняющий обязанности заведующего лаборатории из числа кандидатов наук (Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара, Б.Н. Малиновский, А.И. Кондалев).

Гнеденко разрешил работать в нашей лаборатории В.С. Королюку и Е.Л. Ющенко, так что в ней оказалось шесть кандидатов наук. (Правда, Королюк потом не вошел в ее состав.)

Вычислительные машины тогда проектировались на основе инженерной интуиции. Мне пришлось разбираться в принципах построения ЭВМ самому, у меня стало складываться собственное понимание работы ЭВМ. С тех пор теория вычислительных машин стала одной из моих специальностей. Я решил превратить проектирование машин из искусства в науку. То же самое, естественно, делали и американцы, но у них эти материалы появились позже, хотя сборник по теории автоматов увидел свет в США в 1956 году.

Теория автоматов, послужившая основой для проектирования ЭВМ, была тогда развита слабо. Первый, кто высказал мысль о возможности применения математической логики для проектирования технических устройств был, по-видимому, Шенон — в США, а у нас — В.И. Шестаков, М.А. Гаврилов. Они применили простейший аппарат формальной математической логики для конструирования переключательных цепей коммутаторов телефонных станций. Но оказалось, что он пригоден и для простых электронных схем, поэтому в послевоенные годы, когда начала развиваться цифровая вычислительная техника, стали предприниматься попытки применения этого аппарата для решения задач синтеза схем ЭВМ.

Я начал работать над этой проблемой и организовал семинар по теории автоматов. Одна из первых моих работ заключалась в том, что я нашел гораздо более изящное алгебраически, простое и логически ясное понятие для автомата Клини и получил все результаты Клини. И самое главное — в отличие от результатов Клини я развивал теорию, направленную на реальные задачи проектирования машин. На семинаре мы рассматривали вопросы проектирования машины «Киев», и можно было увидеть, что работает из моей теории, а что нет.

«Душой семинара стала впоследствии любимая ученица Виктора Михайловича Юля Капитонова, а его постоянными участниками я и Виктор Боднарчук, — вспоминает А.А. Летичевский. — Это был романтический период, когда мы жили в новой науке, рождавшейся на наших глазах, гордились, когда удавалось решать задачи, поставленные нашим учителем во время лекций. Иногда семинар продолжался в кафе „Чай-кофе“, на Крещатике и тогда он назывался „чайкофским“. Мы горячо спорили и писали формулы на гладких поверхностях столов и салфетках.

Теория автоматов была выбрана Глушковым не случайно. Это был хорошо продуманный тактический ход. Как алгебраист Глушков видел, что понятие автомата, идущее от Клини, Мура и других авторов знаменитого сборника „Автоматы“, вышедшего в 1956 году в Принстоне под редакцией Шеннона и Маккарти и в том же году переведенного на русский язык под редакцией А.А. Ляпунова, представляло собой богатую возможностями математическую модель дискретного преобразователя информации, для изучения которой мог быть применен мощный аппарат современной математики. В то же время разработка прикладной теории на основе красивого математического аппарата могла привлечь внимание инженеров, которым в то время недоставало математической теории для разработки устройств, содержащих запоминающие элементы. Кроме того, в силу большой общности, теория автоматов могла стать основой для разработки моделей кибернетических систем в самых разнообразных прикладных областях.

Глушков провел огромную „научно-просветительскую“ работу в лаборатории и вне ее, прочитав специальные курсы лекций по экзотическим в то время дисциплинам: алгебре логики, теории автоматов, проблемам кибернетики и др., а также, что особенно важно, в научных разговорах с сотрудниками неустанно пропагандировал и внедрял в сознание свое научное мировоззрение. Эта его деятельность имела очень большое значение особенно в период организации на базе лаборатории Вычислительного центра АН Украины. Свежий ветер подул уже буквально с первого дня прихода Глушкова. Он начал с ознакомления с тем, что было уже сделано, и затем дал мощный импульс развитию этих работ, но уже в новом, предложенном им направлении».

Сохранившееся в личном деле В.М. Глушкова заявление поясняет, какой ценой создавался этот импульс:

«Территориальный отрыв лаборатории вычислительной техники от Института математики, специфический характер выполняемых ею работ и наличие большого штата сотрудников приводит к тому, что мне, как заведующему лабораторией, приходится большую часть своего времени тратить на решение административных вопросов в ущерб научной деятельности, которой я продолжаю заниматься сейчас лишь ценой крайнего напряжения сил. Считая такое положение ненормальным, прошу освободить меня от должности заведующего лабораторией и зачислить на должность старшего научного сотрудника Института математики. 12.IV.57 г. В.Глушков».

Б.В. Гнеденко наложил резолюцию: «С освобождением согласиться не могу, считаю необходимым немедленно получить должность заместителя заведующего лабораторией по научной работе».

## **Руководить — значит направлять и заинтересовывать**

Я впервые руководил большим коллективом, поэтому пришлось выработать определенные организационные принципы. О них я нигде специально не писал, но следовал им неизменно, и это всегда приводило к успеху.

Единство теории и практики — принцип, вроде, не новый, но понимается он обычно односторонне, в том смысле, что теория должна иметь практические применения. Вот и все. А я его дополнил тем, что не следует начинать (особенно в молодой науке) практическую работу, какой бы важной она не казалась, если не проведено ее предварительное теоретическое осмысление и не определена ее перспективность. Может оказаться, что надо делать совсем не эту работу, а нечто более общее, что покроем потом пятьсот применений, а не одно. Приведу такой пример.

С самого начала работы в лаборатории было очень много заказчиков на моделирование различного рода дискретных систем. Нас буквально засыпали всякими проектами постановлений высоких органов. Уже позже, после образования Вычислительного центра, когда был создан отдел Т.П. Марьяновича (точнее, сначала лаборатория при моем отделе), ему было поручено этим заниматься. И я дал ему восемь тем, т. е. восемь заказов, восемь карточек заказчиков. А у него шесть человек. С недоумением он пришел ко мне, и я посоветовал ему создать универсальный язык для моделирования дискретных систем (его потом назвали СЛЭНГ). Я собрал всех заказчиков, провел с ними «воспитательную работу», и они сказали, что это именно то, что им нужно. Вот таким способом мы добились очень широкого применения наших фундаментальных исследований.

Принцип единства теории и практики нельзя понимать утилитарно, т. е. считать, что каждая задача, каждая теория обязательно должна быть связана с практикой. Для математики, например, это не так. «Здание» математики, построенное из старых математических дисциплин, настолько прочно связало себя с практикой и настолько высоко поднялось, что если вы, предположим, достраиваете какой-то этаж и не знаете, каким образом он будет связан с нижними, то можете быть уверены, что, если вы решаете действительно трудную задачу, это рано или поздно окажется полезным для практики. Но когда создается новая теория, в основании которой нет еще стройного базового здания, то появляются попытки строить не его, а воздушные замки. Это достаточно легко, но, как правило, бесперспективно для новой области исследований. Поэтому, пока не построен фундамент, строить теории, не опираясь на практику, очень опасно. Может оказаться, что совсем не в ту сторону идет строительство. Это я особенно подчеркиваю. Фундаментальная наука должна давать пользу многим сразу, не только одному. Если вы создадите метод проектирования машины применительно к сегодняшнему уровню техники с учетом всех особенностей составляющих ее элементов и так далее, то вы удовлетворите лишь свои потребности, но только на полгода, год, потому что через год появятся совершенно новые элементы, и этот метод у вас уже не будет работать, а если вы сделаете хорошую теорию, основанную и на этом и на многих других исследованиях, то вы можете помочь целой армии грамотных инженеров и вашими методиками будут пользоваться во всех уголках страны для того, чтобы решать эти задачи. Вот и получается, что фундаментальная наука очень

практичная вещь, хотя на самом деле для ее развития надо вознестись в сугубо теоретическую область. Вот так я понимаю принцип единства теории и практики.

Следующий принцип — это принцип единства дальних и ближних целей. Он близок к первому, но подходит к вопросу с другой стороны, с точки зрения выполнения работ во времени. Дело заключается в том, что в кибернетике есть одна особенность. Когда развивались другие науки, не имевшие дела со столь большими системами, как кибернетика, то обычно рождение идеи о том, как решить задачу (особенно в математике), являлось главным. Это составляло 90 % дела. Если идея была верной, то ее оформление занимало 10 %. В биологических исследованиях эти цифры могут быть другими: 40 % — идея, а 60 % — труд по ее реализации. А в кибернетике получается так, что в некоторых случаях идея составляет около 0,01 %, а все остальное — 99,9 % — это ее реализация. Объясню это на примере. Мы с самого начала стали развивать направление, называемое искусственным интеллектом, связанное с построением разумных машин и соответствующих программ. На эту тему я написал книгу «Теория самоусовершенствующихся систем», и во «Введении в кибернетику» ряд разделов был посвящен специально этому вопросу.

Когда мой аспирант Стогний защитил в 1959 году кандидатскую диссертацию, я поручил ему работу по искусственному интеллекту, в частности, обучению машины русскому или украинскому, в общем, естественному человеческому языку, чтобы она понимала смысл предложения. И мы довольно быстро добились потрясающих вроде бы успехов. Могли «разговаривать» с машиной «Киев», как с маленьким ребенком. Она училась говорить, понимала, задавала вопросы, делала те же ошибки, которые делает ребенок, и т. д. Над такого рода вещами (это была оригинальная работа) работали в разных лабораториях мира. Одни переводили с русского языка на английский и наоборот, другие еще что-то делали. И оказалось, что уже первые попытки давали обнадеживающие результаты: идея уже есть, остается только ее реализовать, а исходя из старого опыта, который был накоплен в других науках, считали, что идея — это уже 40 % дела. Если на разработку идеи потребовалось два года, значит, на ее реализацию потребуется в полтора раза больше и через пять лет мы сделаем программы, которые будут переводить лучше любого переводчика с английского на русский, или сделаем такую машину, которая будет по пониманию языка и смысла хорошим собеседником на уровне человека и т. д. Но оказалось, что это далеко не так.

К сожалению, такая недооценка сложности кибернетических задач типична для периода становления любой науки. Такие заблуждения случаются даже у серьезных ученых, которые пытались свой опыт, полученный в старых науках, экстраполировать применительно к новым задачам. Я как-то быстро (может, потому, что занимался философией в свое время) это понял и таких ошибок не делал, таких предсказаний не давал.

Особенность больших систем в том, что от идей по их построению до их реализации лежит очень длительный путь. Отсюда и появился важный управленческий принцип — единства дальних и ближних целей. В чем он состоит? Поясню на примере. Надо решать задачу построения разумных машин? Надо. Есть много таких, кто на весь мир кричит: дайте мне 2000 человек, и я за пять лет сделаю (некоторые за три года) разумную машину! Мы с самого начала понимали, что это ерунда, профанация науки, и это очень портит молодежь. Но вместе с тем делать такую машину надо. Как же быть? Сказать, что нам нужно 10 тыс. человек и 100 лет, 30 или 25 лет работы — никто не

пойдет на это. Поэтому мы и выдвинули этот принцип — единства дальних и ближних целей.

Я этот принцип формулирую так: в новой науке, каковой является кибернетика, не следует заниматься какой-то конкретной ближней задачей, не видя дальних перспектив ее развития. И наоборот, никогда не следует предпринимать дальнюю перспективную разработку, не попытавшись разбить ее на такие этапы, чтобы каждый отдельный, с одной стороны, был шагом в направлении к этой большой цели, и вместе с тем сам по себе смотрелся как самостоятельный результат и приносил конкретную пользу.

Я довольно быстро понял, что при руководстве большим коллективом с разнообразной тематикой нужно также применять принцип децентрализации ответственности. Его далеко не все придерживаются, хотя некоторые директора интуитивно к этому приходят. В чем он заключается? Я выделяю участки, ставлю руководителей (заместителей и т. п., ответственных за научные направления) и стремлюсь минимизировать свое вмешательство. Даже когда вижу, что делается неправильно, поправляю не конкретно, а по каким-то интегральным показателям. Если старший начальник будет по пятиминутному разговору отменять решение, на которое младший начальник потратил часы, то тогда правильного руководства не получится. Я же выдерживаю очень жесткую линию и никогда не вмешиваюсь. Единственное, что я могу сказать своему заместителю, — что приходили сотрудники (могу назвать их фамилии, если они этого хотели) и жаловались. Если это действительно ошибки моего заместителя, то надо найти их первопричину и тогда уж предъявлять претензии. Тут я и полтора часа могу потратить на разговор с ним для того, чтобы обсудить не отдельные частные вопросы, а стиль работы в целом. Такой метод дал мне возможность построить двухступенчатую иерархию управления. Но с трехступенчатой и более получается хуже, потому что как я ни учил некоторых своих помощников этим приемам, у них это не получалось, — они все время сбивались на то, чтобы самим все охватить. А когда на них наваливаются все новые и новые дела, то и решаются они плохо. Тут требуются еще выдержка и организационный склад ума, что-ли, чтобы правильно руководить людьми.

Когда что-то не ладится с точки зрения управления, следует обратить внимание, опять-таки, не на конкретные ошибки и конкретных лиц (хотя иногда бывает, что человек не справляется, и надо его заменить). Чаще всего дело заключается в том, что просто отсутствует механизм исполнения приказов и устава института, т. е. в основу управления не положены четкие организационные принципы.

Понятие децентрализации ответственности включает еще один важный момент. В настоящее время при построении иерархических систем чаще всего уровни ответственности распределяют в связи с уровнями компетенции, т. е. если кому-то поручен участок работы, то считается, что человек отвечает за все, что на нем делается. В частности, директор отвечает за все, что делается в институте, и может получить выговор от вышестоящей инстанции за какой-то проступок, который он в принципе не мог предотвратить. Это находится уже где-то на пятом или шестом уровне иерархии, и непосредственно директор сам контролировать это не может. А метод децентрализации ответственности предполагает, что если на этом участке что-то случилось, то взыскание должно быть вынесено тому, кто является непосредственным виновником данного проступка. А что касается заместителя директора, то ему может быть вынесено взыскание либо за то, в чем он лично виноват, либо за проступки его подчиненных по

совокупности. В последнем случае ему предъявляется обвинение в том, что на подведомственном, контролируемом им участке плохо подобраны кадры и плохо проводится работа с ними. Работа с кадрами — это уже непосредственная обязанность начальника.

Меня всегда беспокоило отсутствие организаторских способностей у себя. И поэтому удивительно, что я стал заниматься организацией в науке.

Я привык, что если что-то делаю, то очень основательно знакомлюсь с областью своих исследований. Когда я занимался топологическими группами, то четко представлял, чего можно ожидать в мире от любого ученого, занимающегося этой проблемой, т. е. хорошо чувствовал ритм разработки проблемы и знал, что иду впереди на полголовы. Вот это чувство превосходства мне и необходимо, чтобы считать себя специалистом. А организаторские способности...

Вот Б.Е. Патон — он на три головы выше меня по организаторским способностям. Кое-что получается и у меня, но я считаю, что не за счет хороших организаторских способностей, а потому, что я имею довольно широкий кругозор и могу направлять исследования, ставить цели, задачи, т. е. могу заинтересовать людей. Вот это меня спасает. Кое-чему я, правда, научился. Даже некоторые организационные принципы сформулировал, но все равно это не моя сильная сторона. Как только у меня появляется свободное время, я начинаю доказывать теоремы, и это мне нравится. Тут я чувствую себя в своей стихии. А организаторская работа меня тяготит. Иногда, правда, становится интересно, когда есть дело и надо довести его до конца.



## Героический период

В декабре 1957 года состоялось официальное решение правительства и президиума АН Украины об образовании самостоятельного учреждения — Вычислительного центра Академии наук Украины. К этому времени наш коллектив насчитывал немногим больше 100 человек. Академия наук Украины выделила средства для строительства здания Вычислительного центра на улице Лысогорской. Тогда же был построен жилой дом для сотрудников. Предполагалось, что на первых порах Вычислительный центр будет оборудован тремя ЭВМ: «Уралом-1», которая только начала выпускаться, «Киевом» и СЭСМ. В здании имелось для этого три больших зала. Оно было рассчитано на 400 рабочих мест. В 1959 году мы переехали из Феофании в Киев в еще недостроенное здание. Это был интересный период. По техническим условиям электронно-вычислительная техника должна работать в чистых помещениях с кондиционированным воздухом. А нам пришлось отлаживать и запускать «Киев», когда над машинным залом еще не было крыши. Помог здоровый энтузиазм нашего молодого коллектива. Потом здание было достроено.

ЭВМ «Киев» сыграла значительную роль в развитии наших работ, хотя и не пошла в серийное производство. Мы впервые вышли с этой машиной на всесоюзный рынок, второй экземпляр был куплен международным Институтом атомных исследований в Дубне. В 1956–1957 годах атомная физика «гремела», поэтому работа с этим институтом нам очень помогла и многому научила. С одной стороны, мы делали высокую науку, а с другой — учились работать с промышленностью.

В это время я занимался созданием основ теории ЭВМ. Это была моя главная работа, которая завершилась в 1961 году. Режим работы был очень напряженным. Мне приходилось целый день проводить в институте. Книги и статьи писал вечерами и ночью, спать ложился в пять утра. Правда, это сказалось на здоровье. В начале 1963 года из-за спазмов сосудов мозга мне пришлось даже лечь в больницу. После я уже не позволял себе вести такой образ жизни.

Виднейший алгебраист профессор А.Г. Курош, знавший Глушкова по докторантуре на возглавляемой ученым кафедре в Московском университете и высоко ценивший его, в одном из писем тех лет просил В.М. Глушкова вмешаться и властью старшего в семье заставить его принять более разумный режим жизни. Иначе последствия могли быть очень тяжелыми. Но Валентина Михайловна не могла справиться с мужем. Вот что она рассказывает о том времени: «Он работал по 18–20 часов в сутки. Задерживался на работе, забывал прийти поесть. Дома сразу садился за письменный стол и продолжал работать до глубокой ночи, а иногда до рассвета. К советам не прислушивался, на предупреждения об опасности таких перегрузок не реагировал. Почему так происходило, было понятно. Он в короткий срок должен был изучить все, что касалось нового направления в его научной деятельности. Кроме того, если раньше он отвечал только за самого себя, то теперь — за большой коллектив. Возникло много организационных вопросов, все новое пробивало ростки с трудностями. Выйдя из больницы он несколько отрегулировал режим работы, но особой передышки себе не давал. На его письменном столе под стеклом лежала записка: „Сегодня первый день твоей оставшейся жизни. Не теряй время даром“.

Подготовленная мной книга „Синтез цифровых автоматов“ вышла в свет в 1961 году и послужила основой целого направления у нас в институте, да и в стране, по-моему, некоторую роль сыграла. В 1964 году она была удостоена Ленинской премии (в представленный цикл работ входило несколько, но эта была главной). В эти же годы я написал ряд книг. Монографию „Введение в кибернетику“ заканчивал в больнице. Она была издана в 1964 году, а потом переиздана в США и во многих других странах, так же как и „Синтез цифровых автоматов“. В этот же период я написал теоретическую статью, создавшую основу для многих работ по теории автоматов с привлечением алгебраической теории автоматов. Называлась она „Абстрактная теория автоматов“ и была опубликована в журнале „Успехи математических наук“, т. е. была рассчитана на широкие круги математиков. Отдельной книжкой была переиздана в ГДР и еще в ряде стран. Под влиянием этой работы очень многие наши алгебраисты стали заниматься теорией автоматов. Но я должен сказать, что особенность нашей школы заключалась в том, что мы стремились держаться возможно ближе к практике.

Одновременно с теоретическими исследованиями мы развернули работы по созданию и применению вычислительной техники на Украине. Для автоматизации управления технологическими процессами в то время использовались простейшие аналоговые вычислительные устройства. Для каждого процесса создавалось специальное устройство. Причем в основном для тех, которые описывались дифференциальными уравнениями (не очень сложными).

Поэтому, когда мной в 1958 году была выдвинута идея создания универсальной управляющей машины УМШН на всесоюзной конференции в Киеве, она была встречена в штыки. Московские ученые во главе с академиком В.А. Трапезниковым, а также многие специалисты в области вычислительной техники дружно выступили против. Дело в том, что в тот период универсальная машина представлялась обязательно ламповой, а это требовало громадных залов, кондиционированного воздуха, т. е. никак не увязывалось с производством и управлением технологическими процессами.

Но уже в то время Б.Н. Малиновский занимался (один из первых в СССР) полупроводниковыми элементами для электронных вычислительных машин, и нам это очень пригодилось. К нему в отдел пришли молодые специалисты из Киевского политехнического института, и мы смело взялись за решение этой задачи, несмотря на удивительно единогласную оппозицию. (В то время я был заместителем Глушкова по научной части. — *Прим. авт.*) Молодые специалисты пополнили и другие отделы, занятые работой по созданию УМШН. Нами были высказаны все основные идеи, которые потом стали господствующими, — прежде всего о том, что машина обязательно должна быть полупроводниковой, транспортабельной, с высоконадежной — защитой, малоразрядной (26-разрядной) — этого достаточно для управления технологией в большинстве процессов; и самое главное — это идея об универсальном устройстве связи с объектом — УСО (УСО — набор аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, управляемых от машины, с помощью которых машина подсоединяется к производственному процессу).

Разработка машины была поручена Малиновскому, он был главным конструктором, а я — научным руководителем. Работа была выполнена в рекордно короткий срок: от момента высказывания идеи на конференции в июне 1958 года до момента запуска машины в серию в июле 1961 года и установки ее на ряде производств

прошло всего три года. Насколько мне известно, этот результат до сих пор остается мировым рекордом скорости разработки и внедрения.

Параллельно с созданием УМШН, получившей впоследствии название „Днепр“, мы провели с участием ряда предприятий Украины большую подготовительную работу по ее применению для управления сложными технологическими процессами. Вместе с сотрудниками металлургического завода им. Дзержинского (Днепродзержинск) исследовались вопросы управления процессом выплавки стали в бессемеровских конверторах, с сотрудниками содового завода в Славянске — колонной карбонизации и др. В порядке эксперимента впервые в Европе по моей инициативе было осуществлено дистанционное управление этими процессами в течение нескольких суток подряд в режиме советчика мастера. Начались исследования по применению машин „Днепр“ для автоматизации плазовых работ на Николаевском заводе им. 61 коммунара. В них участвовали Б.Н. Малиновский, В.И. Скурихин, Г.А. Спыну и др.

Потом выяснилось, что американцы несколько раньше нас начали работы по универсальной управляющей полупроводниковой машине, аналогичной „Днепру“, но запустили ее в производство в июне 1961 года, одновременно с нами (вероятно, имеется в виду американская машина РВ-300. — *Прим. авт.*). Так что это был один из моментов, когда нам удалось сократить до нуля разрыв по отношению к американской технике, пусть в одном, но очень важном направлении. Заметьте также, что наша машина была первой отечественной полупроводниковой машиной (если не считать спецмашин). Потом оказалось, что она прекрасно выдерживает различные климатические условия, тряску и пр.



Эта первая универсальная полупроводниковая машина, пошедшая в серию, побила и другой рекорд — рекорд промышленного долголетия, поскольку выпускалась десять лет (1961–1971), тогда как этот срок обычно не превышает пяти-шести, после чего требуется уже серьезная модернизация. И когда во время совместного космического полета „Союз-Аполлон“ надо было привести в порядок демонстрационный зал в Центре управления полетами, то после длительного выбора существовавших в то время

машин (в 1971-м или 1972 году началась эта работа) выбор все-таки остановился на „Днепре“, и два „Днепра“ управляли большим экраном, на котором все отображалось, — стыковка и т. п. (система делалась под руководством А.А. Морозова. — *Прим. авт.*). Машина эта пошла на экспорт и работала во многих социалистических странах.

Следует сказать, что семилетним планом (1958–1965) строительство заводов на Украине не предусматривалось. Первые „Днепры“ выпускал Киевский завод „Радиоприбор“. Одновременно с разработкой машины „Днепр“ в Киеве стал строиться, по нашей инициативе, поддержанной правительством, завод вычислительных и управляющих машин (ВУМ) — теперь Электронмаш. Так что разработка „Днепра“ положила начало крупному заводу по производству ЭВМ.

Так закончился героический период нашего развития. Я называю это время героическим потому, что нам приходилось делать не только то, что было положено, но и значительно больше и в очень трудных условиях.

„Энтузиазм конца 50–60-х — это не миф, а та реальность, которая объясняет взлет и развитие кибернетики на Украине, а также создание одного из крупнейших научных институтов АН Украины — Института кибернетики, — вспоминает участница создания „Днепра“ Л.А. Корытная. — Будучи директором Вычислительного центра АН Украины, академик Глушков делал ставку на молодых, Вчерашние выпускники вузов становились в отделах Вычислительного центра ведущими разработчиками средств вычислительной техники и программного обеспечения. В конце 50-х на всесоюзных конференциях работа целых секций посвящалась лишь вопросам устойчивости полупроводникового триггера, а в Вычислительном центре АН Украины в это время уже был создан полупроводниковый функциональный набор элементов для ЭВМ. На одном из киевских предприятий, для которого отделом управляющих машин был разработан эскизный проект специализированной ЭВМ, эти элементы были изготовлены с использованием новых (на то время) технологий. На их основе разработаны и прошли испытания макеты отдельных устройств машины. Вот почему идея создания УМШН, высказанная Глушковым, была воспринята коллективом сотрудников как реальная задача. Даже сегодня сроки разработки, создания опытного образца и соответствующей технической документации кажутся фантастическими. Однако чудес не бывает — за этими двумя годами скрываются практически неограниченный рабочий день каждого участника разработки и абсолютная отдача всех творческих сил, граничившая с самопожертвованием. Так и пришел в наш коллектив декабрь 1961 года, когда принимать УМШН (как законченную разработку) приехала Государственная комиссия. Уже после некоторые члены комиссии в порыве откровенности признались, что просто не верили в существование опытного образца готовой к серийному выпуску первой в Союзе полупроводниковой управляющей ЭВМ и ждали... конфуза киевлян. Однако, как известно, УМШН успешно прошла все госиспытания и была запущена в серийное производство. С этими испытаниями у меня и связано одно из самых ярких воспоминаний.“

„Судьбе было угодно распорядиться так, что самые ответственные температурные испытания УМШН проходили накануне моего дня рождения, поэтому память остро запечатлела все события того дня. Именно шестого декабря меня, как одну из разработчиц структуры машины и разработчицу центрального устройства управления, назначили ответственной за проведение температурных испытаний. При этом условия

были весьма специфичны: „термокамерой“ оказалась рабочая комната, где находился испытуемый образец. Представьте такую картину: окна и двери комнаты закрыты наглухо, щиты-отражатели все тепло от специальных нагревателей концентрируют в рабочей зоне машины, а ты сидишь за пультом в этой „духовке“ и выполняешь все операции по запуску тест-программ и контрольных задач, следишь за правильностью их выполнения, осуществляешь поиск возникших неисправностей в регламентированные отрезки времени и т. д., и т. п. Выдержать такую „температурную“ нагрузку (один просчет, и всему конец!), конечно, могли только те, кто понимал, что они сами проходят критическую точку оценки своего труда. Завершились эти испытания успешно к 23.00. Кто-то из ребят меня (полуживую) проводил к нашему жилому дому, который был в свое время построен рядом с административным корпусом. Короткий отдых, и в 2 часа ночи я опять была „в строю“, так как другие виды испытаний после моего ухода продолжались. Восторг, с которым встретили меня мои товарищи (объятия и поцелуи), красноречивее всяких слов подтвердил: „Машина прошла испытания“. И только тогда (ведь было уже 7 декабря) всем, кто был рядом, я призналась, что пришел мой день рождения и что в сумке, которую снарядила мама, есть все, чтобы его отметить. Мы праздновали в комнате отдыха ночью, и у традиционного „наполеона“, которым в моем доме отмечался каждый день рождения, на этот раз был какой-то особенный вкус. Вероятно потому, что этот праздник был праздником победителей, среди которых были А.Г. Кухарчук, В.С. Каленчук, Л.А. Корытная, В.М. Египко, С.С. Забара, И.Д. Войтович, Н.К. Бабенко, А.И. Толстун и др.“

К сожалению, героический период с точки зрения организации работ и области производства машин продолжается до сих пор.

По этому поводу я много раз выступал, писал различные докладные записки. Но, увы, в организационных делах, как я однажды подсчитал, у меня коэффициент полезного действия не превышает 4 %.

Что это означает? Это означает, что для того чтобы добиться хотя бы начала решения какого-либо вопроса, нужно постучать, толкнуться и 25 разных дверей. И это при том, что после успеха „Днепра“ я, как правило, нигде не получал отказа и скептики немножко приумолкли. Но такое „подушечное“ согласие еще хуже.



Работы по управляющим машинам не закончились на „Днепре“. Забегая вперед, отметим основные последующие разработки.

В 1967 году Киевский завод ВУМ приступил к выпуску новой управляющей ЭВМ „Днепр-2“, разработанной Институтом кибернетики АН Украины (В.М. Глушков, А.Г. Кухарчук и др.) совместно с заводом. В этой машине были реализованы сложная многоуровневая система прерываний, работа в режиме деления времени,

эффективная операционная система реального времени и др. К сожалению, вскоре машина была снята с производства.

В 1976 году появился терминальный процессор „БАРС“ (В.И. Скурихин, А.А. Морозов и пр.). На международной выставке в Дрездене он был отмечен золотой медалью. Использовался на ряде производств. В 1977 году был создан и выпущен малой серией управляющий вычислительный комплекс М-180, включающий систему технических средств сопряжения ЭВМ с объектами „Сектор“ (Б.Н. Малиновский, П.М. Сиваченко, А.В. Палагин, Ю.Я. Яковлев, В.Б. Реутов).

## Вопреки авторитетам

В 1962 году Вычислительный центр был преобразован в Институт кибернетики АН Украины. Образованию Института, естественно, предшествовала подготовительная работа, во время которой мои отношения с Б.В. Гнеденко несколько испортились.

В 1959 году он вместе со Е.А. Шкабарой поднял кампанию за образование Института кибернетики. Мол, Вычислительный центр — то Вычислительный центр, а академии нужен институт кибернетики. Киевская пресса сразу это подхватила. А мы с самого начала были созданы как институт, направленный на решение проблем кибернетики.

Поэтому эта было уже прямым ударом против нас, — они хотели превратить нас в счетную станцию, а всех квалифицированных специалистов забрать в новый институт.

Мы, конечно, не остались равнодушными и выступили в газете по поводу того, что институт кибернетики уже есть и речь идет о его укреплении. Отдел науки ЦК КПУ и объединенный партком АН Украины разобрались, в чем дело, и приняли решение: по рекомендации президиума АН Украины кибернетику следует развивать у нас. И в феврале 1962 года Вычислительный центр был преобразован и получил новое название — Институт кибернетики, тогда еще в скобках писали

„с вычислительным центром“, а потом стали просто писать: Институт кибернетики.

Гнеденко в конце концов после бурных собраний в Институте математики подал в отставку и уехал в Москву.

Отдел Н.М. Амосова после ухода Гнеденко перевели из Института математики к нам. Фактически Амосов у нас и раньше работал. Мы ему делали аппарат „сердце-легкие“, у нас были маленькие мастерские. Это был первый в СССР аппарат, примененный Амосовым при операциях на сердце. Затем у нас были сделаны искусственные клапаны (для сердца), было выстроено здание, в котором разместилась лаборатория Амосова. Шкабара перешла на работу к Амосову, а потом в Институт физиологии им. А.А. Богомольца.

Институт стал быстро расти. Через два-три года исследования охватили практически все области кибернетики. Научные отделы были объединены в секторы теоретической и экономической кибернетики, кибернетической техники, технической, биологической, медицинской кибернетики.

В области теории ЭВМ продолжалось быстрое развитие абстрактной и прикладной теории автоматов. Появились работы по вероятностным автоматам, вопросам надежности функционирования автоматов, экономного и помехоустойчивого кодирования. Центр тяжести исследований от конечных автоматов начал перемещаться к бесконечным. Наметилась связь между теорией автоматов и теорией формальных грамматик. Разрабатывались новые методы анализа и синтеза автоматов. Кроме меня в этих исследованиях активно участвовали А.А. Летичевский и Ю.В. Капитонова. Их работы получили широкую известность.

Продолжались работы по конструированию ЭВМ. Еще в 1959 году у меня родилась программа работ по машинам для инженерных расчетов. Она была начата с разработки цифрового вычислительного автомата (даже не в 1959 году, а несколько

раньше, в начале 1958-го, а в 1959 году она уже ясно была сформулирована, я даже делал специальный доклад). Первые попытки были не совсем удачными, точнее — разработчик оказался неудачный. Он был больше теоретиком, а я пытался заставить его строить реальную машину, которая обладала бы элементами разумности. В этот момент появились другие помощники (С.Б. Погребинский, В.Д. Лосев и др.), и мы в 1963 году запустили в серийное производство машину „Промшь“.

К этому времени мы уже поняли, что нам необходимо СКВ. Оно было создано в 1963 году, а фактически зародыш его в институте появился значительно раньше. Машину „Промшь“ делал с 1959 года тот коллектив, который перешел в СКВ.

Когда она была готова, ее начал выпускать Северодонецкий завод вычислительных машин (ВУМ еще строился). Машина была по сути новым словом в мировой практике, имела в техническом отношении целый ряд новшеств, в частности память на металлизированных картах. Но самое главное: это была первая широко применявшаяся машина с так называемым ступенчатым микропрограммным управлением (на которое позже я получил авторское свидетельство).



К сожалению, мы не запатентовали новую схему управления, так как тогда не входили в Международный патентный союз и не могли заниматься патентованием и приобретением лицензий. Позднее ступенчатое микропрограммное управление было использовано в машине для инженерных расчетов, сокращенно — МИР-1, созданной вслед за ЭВМ „Проминь“ (1965 г.).

В 1967 году на выставке в Лондоне, где демонстрировалась МИР-1, она была куплена американской фирмой ИВМ — крупнейшей в США, являющейся поставщиком почти 80 % вычислительной техники для всего капиталистического мира. Это была первая (и, к сожалению, последняя) покупка советской электронной машины американской кампанией.

Как выяснилось позже, американцы купили машину не столько для того, чтобы считать на ней, сколько для того, чтобы доказать своим конкурентам, запатентовавшим в 1963 году принцип ступенчатого микропрограммирования, что русские давно об этом принципе знали и реализовали в серийно выпускаемой машине. В действительности, мы применили его раньше — в ЭВМ „Проминь“.

Разработчики ЭВМ МИР-1 получили государственную премию СССР (В.М. Глушков, Ю.В. Благовещенский А.А. Летичевский, В.Д. Лосев, И.Н. Молчанов, С.Б. Погребинский, А.А. Стогний. — *Прим. авт.*). В 1969 году была принята в производство новая более совершенная ЭВМ МИР-2. Затем была разработана МИР-3. По скорости выполнения аналитических преобразований им не было конкурентов. МИР-2, например, успешно соревновалась с универсальными ЭВМ обычной структуры, превосходящими ее по номинальному быстродействию и объему памяти в сотни раз. На



этой машине впервые в практике отечественного математического машиностроения был реализован диалоговый режим работы, использующий дисплей со световым пером.



Каждая из этих машин была шагом вперед на пути построения разумной машины — нашего стратегического направления в развитии ЭВМ.

Чем же ЭВМ МИР отличались от других? Во-первых, тем, что у них был значительно „поднят“ (т. е. улучшен) машинный язык. Ведь в то время во всем мире господствовала точка зрения, что машинный язык должен быть по возможности минимально прост, а все остальное сделают программы. Над нами даже смеялись, что мы такие машины развиваем. Большинство ученых того времени говорили, что следует вводить автоматизацию программирования, т. е. строить такие программы, которые помогают программисту составлять конкретные программы. У нас этим вопросом занимались, например; Королюк, Ющенко и другие ученые. Они впервые в стране предложили весьма эффективный „адресный язык“ для ЭВМ „Киев“ и осуществили разработку „программирующих программ“ (трансляторов) для других машин. Но я в то время непосредственного участия в этом не принимал.

Проектируя МИРы, мы поставили дерзкую задачу — сделать машинный язык возможно более близким к человеческому (имеется в виду математический, а не разговорный язык, хотя мы делали опыты и по созданию машин с нормальным человеческим языком). И такой язык „Аналитик“ был создан и поддержан оригинальной внутримашинной системой его интерпретации. Машины МИР использовались во всех уголках Советского Союза. Их создание является промежуточным этапом развития работ по искусственному интеллекту, поскольку в них реализован еще довольно примитивный искусственный интеллект; формальные алгебраические преобразования были развиты давно, еще до кибернетики, и поэтому здравый смысл не признает такие преобразования интеллектом. Хотя, конечно, когда машина начинает „щелкать“ интегралы как неопределенные, так и определенные, то это внешне выглядит очень убедительно, потому что далеко не всякий преподаватель мехмата может решать такие интегралы. А машина сама и подстановки находит, и не только табличные легкие, но и очень трудные.



В развитии исследований по интеллектуализации вычислительной техники, проводимых под руководством Глушкова, принимали участие Рабинович, Стогний, Летичевский и др. К приходу Глушкова Рабинович был кандидатом технических наук, за его плечами была специализированная ЭВМ для решения систем алгебраических уравнений (СЭСМ). Вначале он оказался в отделе теории цифровых автоматов, руководимом Глушковым, а через несколько лет сам стал заведующим отделом теории цифровых вычислительных машин. Оба отдела — Глушкова и Рабиновича — стояли у истоков одного из основных направлений научной школы Глушкова в области вычислительной техники — интеллектуализации ЭВМ.

„Когда я с участием С.Д. Михневского сделал на семинаре В.М. Глушкова первый доклад о структурной интерпретации языков высокого уровня, — вспоминает З.Л. Рабинович, — то после него Глушков как-то проникновенно сказал мне, что наконец-то я занялся настоящим делом! Вот об этом-то „настоящем деле“, в котором участвовало много сотрудников, я и хочу теперь рассказать — поскольку оно имело глубокие и далеко идущие последствия.

Главной целью широкого спектра исследований в области архитектур ЭВМ в нашем институте была прежде всего интеллектуализация ЭВМ — проблема, которой, по-видимому, нет предела. На первом этапе стержневым вопросом была схемная реализация в ЭВМ языков высокого уровня, а в более широкой трактовке — усиленная структурная поддержка математического обеспечения машины. Цель — повышение эффективности эксплуатации ЭВМ путем упрощения взаимодействия человека с машиной. Это был новый путь, требовавший теоретического обоснования.

Первая в Союзе публикация на этот счет, открывавшая, собственно, данное направление развития структур и архитектур ЭВМ (по-видимому, одна из первых в мире), появилась в 1966 году (В.М. Глушков, З.Л. Рабинович. О некоторых проблемах развития алгоритмических структур вычислительных машин //Кибернетика на службе коммунизму. — М., 1966).

В то время это были „революционные взгляды“, поэтому признание нового направления в развитии ЭВМ пришло не сразу. Первое „сражение“ за новую идеологию произошло на Международной конференции по развитию ЭВМ с участием представителей Болгарии, Венгрии, Польши, Чехословакии, которая проходила в Киеве в 1962 году. Доклад по этой проблеме должен был делать внезапно заболевший Глушков. Несмотря на температуру около 4 °С, он все же решился на выступление, поскольку придавал конференции большое значение. Плохое самочувствие помешало ему говорить с тем воодушевлением, которое было ему свойственно и как бы экзальтировало аудиторию, даже эмоционально убеждало в истинности высказываемых положений. После доклада посыпались вопросы — один другого „круче“. Известный московский специалист Шура-Бура с сарказмом бросил реплику, что если реализовать то, что предлагает Глушков, то ЭВМ по размерам станет больше здания, где проходит конференция. Лишь в конце страсти успокоились, но оппоненты остались при своем мнении.

Признание важности интеллектуализации ЭВМ пришло в 1963 году на довольно узком симпозиуме, организованном нашим институтом и Ужгородским университетом, в котором участвовали Лебедев, Глушков, Сулим (будущий заместитель министра радиопромышленности, а в то время начальник главного управления вычислительной

техники министерства) и др. В основном обсуждались наши предложения по развитию архитектуры ЭВМ. Атмосфера была дружеская, а критика вполне доброжелательная. Присутствовали математики другого „стана“, но, насколько я помню, обсуждение было вполне деловым, хотя и не лишенным эмоций. Лебедеву понравились наши предложения, он отметил совпадение некоторых из них с теми, что применялись в разрабатываемой БЭСМ-6. Одним словом, в Ужгороде наши предложения были обсуждены и одобрены, а также высказаны рекомендации по этому направлению развития ЭВМ. „Высокие стороны“ окончательно договорились о том, что Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР по-прежнему будет заниматься проблемой создания супер-ЭВМ, а Институт кибернетики АН Украины — малыми и специализированными ЭВМ.

Возвратившись в Киев, Глушков энергично взялся за разработку ЭВМ МИР-1. Он находился в состоянии творческого экстаза и буквально чуть ли не за две недели составил аванпроект, изложив в нем основные структурно-архитектурные контуры машины. В нем содержался ряд оригинальных решений, послуживших основанием для заявок на изобретения.

Тесный союз научных сотрудников института (А.А. Стогний, А.А. Летичевский и др.), ученых и инженеров СКВ (Ю.В. Благовещенский, С.Б. Погребинский, В.Д. Лосев, А.А. Дородницина, В.П. Клименко, Ю.С. Фицман, А.М. Зинченко, А.Г. Семеновский и др.) привел к блестящим результатам — ЭВМ семейства МИР были быстро разработаны, запущены в серийное производство и получили очень высокую оценку пользователей. Их создание явилось крупным шагом в развитии идеи интеллектуализации малых ЭВМ.

В годы разработки этого семейства состоялась еще одна представительная конференция (Дилижан, Армения), посвященная исключительно развитию архитектур. На ней обсуждались как теоретические, так и конкретные вопросы разработок. Присутствовали в основном единомышленники. Шире прочих были представлены наш институт. Ереванский институт вычислительных машин, Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР, Московский энергетический институт и другие организации. В числе участников от нашего института были В.М. Глушков и А.А. Стогний, С.Б. Погребинский, А.А. Летичевский, Ю.В. Капитонова, З.Л. Рабинович, от Института точной механики и вычислительной техники АН СССР — В.С. Бурцев, В.А. Мельников, Л.Н. Королев, Н.А. Томилин и др. От нас с докладами по предложению Глушкова выступили я и Погребинский. Врезалась в память реплика В.С. Бурцева во время выступления Погребинского: „Братцы, а почему мы так не делаем?“ Думаю, что на дальнейшее развитие работ в наших организациях, в том числе в Ереванском институте (при создании малых микропрограммных машин с развитой архитектурой), эта конференция повлияла весьма благотворно.

И все же возможности совершенствования машин семейства МИР были, к сожалению, далеко не исчерпаны. Я помню, как относительно недавно, во время моего доклада в Новосибирске, посвященного интеллектуализации ЭВМ, академик Ершов бросил реплику, содержащую упрек в том, что если бы Институт кибернетики АН Украины не прекратил работы по МИРам и продолжалось их развитие и производство, то в Союзе была бы лучшая в мире персональная ЭВМ“.

„Разработка проекта машины МИР-1 отличалась огромным творческим накалом и интенсивным взаимодействием специалистов различного профиля, — вспоминает

участник работ А.А. Летичевский. — Помню, как рождался входной язык машины (я в коллективе был „самым языкатым“ и поэтому больше всего занимался разработкой языковых средств различного уровня). После интенсивных мозговых штурмов, вдохновляемых безграничной научной фантазией Виктора Михайловича, принимались очередные решения по структуре языка, которые затем проверялись на примерах конкретных задач. Первоначально язык развивался в направлении алгебраических спецификаций вычислительных схем. Юрий Владимирович Благовещенский предлагал все новые и новые вычислительные методы, а Алла Дородницyna записывала соответствующие определения в языке. И каждый раз чего-нибудь не доставало. Например, допустимые схемы рекурсивных определений позволяли записать простую итерацию для решения систем линейных уравнений, но как быть с Зейделевской? Я, как теоретик, черпал идеи из известной в то время книги Петер „Рекурсивные функции“, и вскоре все стандартные типы рекурсий (возвратная, повторная и пр.) были включены в язык. И все же трудности оставались. Переломный момент наступил в момент, когда академик Дородницyn посоветовал включить в язык оператор перехода, т. е. сделать шаг по направлению к традиционным языкам типа ФОРТРАН или АЛГОЛ. Мы все время этого остерегались, пытаюсь оставаться на уровне математических определений. Но после того как язык был обогащен мощными математическими средствами сделать небольшой шаг назад оказалось совсем не страшно. Этот шаг был сделан, и язык приобрел законченный и совершенный вид. Получился оригинальный язык, органически сочетающий парадигму формульного вычислителя, функциональную и процедурную парадигмы“.



Развитие архитектуры ЭВМ идет особым путем, потому что новые идеи (первоначальный замысел) пока исходят от человека. Система машинного проектирования позволяет лишь уточнять, оптимизировать схемы ЭВМ по тому или иному критерию, чаще всего комбинированному, что вручную не удастся даже при хороших архитектурных идеях.

В основу нашей дальнейшей работы по архитектуре машин я положил последовательный отказ от хорошо известных принципов фон Неймана (последовательная структура языка, т. е. выполнение команд одна за другой; командно-адресный принцип, т. е. в команде содержатся адреса операндов, и команды хранятся так же, как и операнды в памяти; максимальная простота системы команд, т. е. максимальная простота машинного языка. Можно говорить и о других принципах, но эти главные). Появление именно таких принципов не удивительно. В эпоху ламповых

машин, когда каждый разряд арифметического устройства — это минимум один триод, необходима простая машина с простыми командами.

Однако я уже тогда предвидел развитие микроэлектроники и то, что конструктивные элементы будут изготавливаться в едином технологическом процессе и будут стоить очень дешево. Еще тогда я сформулировал такую цель для физиков: композиционное конструирование твердого тела для создания машинной среды. В этом случае принципы фон Неймана не приемлемы. В качестве одного из новых принципов я предложил усложненный машинный язык, потому что компилирующие системы усложнялись и надо было упрощать программирование с двух концов — с точки зрения языков и компиляторов, т. е. приближать машинный язык к входному. Реализовав частично эту идею в ЭВМ серии МИР, мы стали развивать ее дальше в соответствии с принципом постепенного усложнения машинного языка, причем не просто усложнения, а приближения к человеческому языку. Пределом я поставил разговор с машиной на естественном языке (и выдачу заданий).

Для того, чтобы выполнить эту задачу, т. е. вести разговор с машиной на естественном языке, надо, конечно, прежде всего автоматизировать логические рассуждения, что проще всего, поскольку какие-то формализмы уже были известны. Но анализ этих формализмов показал, что классическая математическая логика многого не учитывает. И поэтому была выдвинута задача построения практической математической логики. Она успешно решается. Это стержневая линия. Основная идея состоит в том, что математическое доказательство может строиться как программа, на основе языка. Когда мы ее осуществим, то станем внедрять такой язык в архитектуру машин. Автоматизация доказательства теорем — это моя голубая мечта, она составляет основу в моих размышлениях об архитектуре новых ЭВМ, способных осуществить сложные творческие процессы, в том числе построение дедуктивных теорий.

Именно отсюда вытекают новые идеи построения ЭВМ. И понять, как строить такие машины, может только человек, занимающийся не только машинами, но и искусственным интеллектом. В этом наша сила.

В конце 60-х годов в институте под руководством В.М. Глушкова была начата разработка ЭВМ „Украина“. Главным конструктором был назначен З.Л. Рабинович, заместителями — А.А. Стогний и И.Н. Молчанов. Это был следующий шаг в отступлении от неймановских принципов в развитии интеллектуализации ЭВМ, связанный на этот раз с разработкой высокопроизводительной универсальной ЭВМ.

После завершения эскизного проекта Министерство радиопромышленности предложило провести научно-технический совет с докладом по проекту новой ЭВМ. Председательствовал на совете заместитель министра М.К. Сулим. Присутствовали главные конструкторы средств вычислительной техники, директора институтов Министерства радиопромышленности, представители военных и промышленных структур и др. Среди участников были академики Глушков (руководитель докладываемой работы), Дородницын, Лебедев. Равнодушных не было. Были сторонники работы и ее противники, точнее — скептики. Одним словом, интерес был огромный. По поручению Виктора Михайловича доклад сделал Рабинович. Он вспоминает: „После доклада состоялась жаркая дискуссия, страсти разгорелись. Был такой момент, когда три академика вскочили одновременно и бросали свои аргументы в зал. Я отвечал на вопросы слишком осторожно и спокойно, чем заслужил упрек от Виктора Михайловича. Главным оппонентом оказался Лебедев — это же была его

родная сфера, а мы вторгались в чужую вотчину. В ходе дискуссии было видно, как постепенно изменяется настроение зала по мере осознания сущности работы — от скепсиса к активному одобрению. Решение совета оказалось положительным. Глушков, получив его через несколько дней, даже удивился, — у него создалось впечатление об отрицательном отношении совета к нашей работе, хотя Лебедев, взяв его и меня в свою машину после заседания, успокоил нас. Более того, он даже советовал, как проще сделать макет машины. Я говорю об этом, чтобы развеять сомнения в положительном отношении Лебедева к „интеллектуальному“ развитию ЭВМ. В своем отзыве на мой „докторский“ цикл работ, представленных на защиту, Лебедев именно эту часть выделил как наиболее важную, хотя „удельный вес“ ее в докладе был относительно небольшим. Уже после совета был выполнен технический проект машины „Украина“, но она не была построена. Одной из причин, имевшей даже психологический характер, было то, что мы боялись скомпрометировать идею из-за отсутствия в то время необходимой для такой машины элементной базы. Позже в одном из американских журналов я обнаружил прогнозную таблицу, в которой были указаны наиболее важные направления развития архитектуры и структур ЭВМ и предполагаемый год реализации. В строке о внедрении языков высокого уровня в, структуры ЭВМ (не помню формулировки, но сущность была именно такова) вместо даты реализации был вопрос, а в комментариях отмечено, что для реализации этого очень сложного направления нет еще соответствующей элементно-технологической базы (это у них-то нет!), и когда она будет, неизвестно“.

Разработка проекта машины „Украина“ явилась важной вехой в развитии научной школы В.М. Глушкова в области вычислительной техники. Идеи, заложенные в проекте, предвосхитили многие идеи, использованные в американских универсальных ЭВМ 70-х годов.

По материалам разработки была подготовлена монография „Вычислительная машина с развитыми системами интерпретации“, изданная в 1970 году, т. е. примерно всего через два года после окончания работ по „Украине“, авторами которой являются В.М. Глушков, А.А. Барабанов, С.Д. Калинин, С.Д. Михновский, З.Л. Рабинович. В книге по истории мировой вычислительной техники (подготовленной Институтом истории техники АН СССР) она была упомянута как теоретическое обоснование развития ЭВМ в направлении реализации языков высокого уровня. В 1987 году, когда уже не стало Виктора Михайловича, в Министерстве радиопромышленности состоялось представительное совещание по вопросу дальнейшего развития вычислительной техники. От нашего института на нем присутствовал З.Л. Рабинович. В конце, когда совещание практически завершалось, совершенно неожиданно выступил академик В.С. Семенихин и сказал, что тот путь, на который сейчас все становятся, был предложен Украинской академией наук еще 15 лет назад. Раздались возгласы: „Институт кибернетики! Глушков!“ Затем один за другим выступили известные ученые тех лет — Б.А. Бабаян, Н.Я. Матюхин, М.К. Сулим. Звучала искренняя признательность В.М. Глушкову и Институту кибернетики АН Украины за большой вклад в развитие отечественной вычислительной техники.

Кроме усложнения машинного языка мы стремились перейти от последовательного принципа исполнения команд, предложенного Нейманом, к мультикомандному. Пришлось много потрудиться, пока не пришла в голову идея макроконвейера, и удалось, если не для каждого арифметического устройства, то для

всей системы в целом сделать мультикомандную машину со многими потоками команд и данных.

Суть предложенного мной принципа макроконвейерной обработки данных заключается в том, что каждому отдельному процессору на очередном шаге вычислений дается такое задание, которое позволяет ему длительное время работать автономно без взаимодействия с другими процессорами.

Еще в 1959 году на Всесоюзной конференции по вычислительной технике в Киеве В.М. Глушков высказал идею мозгоподобных структур, которые станут реальностью, когда конструктор сможет объединить в единую систему не тысячи, а миллиарды элементов практически без каких-либо ограничений на число соединений между этими элементами. В таких структурах может быть осуществлено слияние памяти с обработкой данных, т. е. такое функционирование системы, при котором данные обрабатываются по всей памяти с максимально возможной степенью распараллеливания всех операций.

В 1974 году на конгрессе IFIP Глушков выступил с докладом о рекурсивной ЭВМ, основанной на новых принципах организации вычислительных систем (соавторы В.А. Мясников, И.Б. Игнатъев, В.А. Торгашев). Он высказал мнение о том, что только разработка принципиально новой ненеимановской архитектуры вычислительных систем, базирующейся на современном уровне развития технологии, позволит решить проблему построения супер-ЭВМ с неограниченным ростом производительности при наращивании аппаратных средств. Дальнейшие исследования показали, что полная и бескомпромиссная реализация принципов построения рекурсивных ЭВМ и мозгоподобных структур при имеющемся уровне электронной технологии пока преждевременна. „Необходимо было найти компромиссные решения, определяющие переходные этапы к мозгоподобным структурам будущего путем разумного отступления от принципов фон Неймана“ (из доклада В.М. Глушкова на конференции в Новосибирске в 1979 году). Такие решения были найдены Глушковым и положены в основу оригинальной структуры высокопроизводительной ЭВМ, названной им макроконвейером.

Идея макроконвейера так увлекла ученого, что он работал над ней даже находясь в Президиуме АН Украины, где выполнял обязанности вице-президента. Как-то раз, придя к нему в кабинет, я застал его в сильном возбуждении. Он сразу начал рассказывать про только что появившийся у него вариант структуры макроконвейерной ЭВМ. Этим я хочу подчеркнуть, что основополагающие принципы макроконвейерной ЭВМ исходили именно от него.

Глушков привлек к новой работе, кроме своего, отделы Молчанова, Летичев-ского, Михалевича и др., крупные силы СКВ математических машин и систем. Сам постоянно проводил научные семинары с обсуждением основных вопросов архитектуры и программного обеспечения, добился выпуска постановлений, обязывавших осуществить снабжение института необходимыми техническими средствами, финансированием и обеспечить промышленный выпуск новой ЭВМ, что было далеко не так просто. Главным конструктором макропроцессорной ЭВМ был назначен С.Б. Погребинский.

В 1981 году Институт кибернетики АН Украины посетил известный физик-атомщик академик Ю.Б. Харитон, которого заинтересовала необычная макроконвейерная машина, позволяющая увеличить во много раз скорость вычислений,

а следовательно, сократить сроки важнейших в то время работ. В.М. Глушков понимал важность такого визита для дальнейшей судьбы макроконвейерной ЭВМ и института в целом. Он был уже очень болен, с трудом говорил, речь прерывалась кашлем. И тем не менее он сам принял академика, заразив его своим энтузиазмом, верой в то, что мощная отечественная супер-ЭВМ обязательно появится и поможет физикам.

Глушков не смог увидеть созданные по его идеям макроконвейерные ЭВМ ЕС-2701 и ЕС-1766, не имеющие аналогов в мировой практике (по оценке Государственной комиссии, принимавшей работы). В тот период (начало 80-х годов) это были самые мощные в бывшем Советском Союзе вычислительные системы. Производительность ЕС-1766 при использовании полного комплекта процессоров (256 устройств) оценивалась в полмиллиарда операций в секунду! ЕС-2701 и ЕС-1766 были переданы на завод ВЭМ (г. Пенза) в серийное производство в 1984-м и 1987 годах, соответственно. К сожалению, машины, столь мощные, соперничающие с лучшими американскими и столь нужные науке и технике, были выпущены на заводе лишь малой серией.

Талант и труд выдающегося ученого, многих сотен работавших с ним людей, большие затраты материальных и финансовых средств остались неиспользованными...

Большую роль в быстрой реализации идей Глушкова в области вычислительной техники сыграли кадры специалистов, подготовленных Лебедевым, и в первую очередь Погребинский, участник разработки МЭСМ, отладки БЭСМ, создания ЭВМ „Киев“. Путь его в науку был обычным для того времени: война, ранения, демобилизация, а затем учеба в Киевском политехническом институте. В 1948 году начал работать в лаборатории Лебедева. Ему была поручена разработка элементов, макетирование и отладка главной части МЭСМ — арифметического устройства, с чем он отлично справился. Таким неординарным было второе „боевое крещение“ молодого специалиста, на этот раз не на поле боя, а в науке. Став научным руководителем работ на завершающем этапе конструирования ЭВМ „Киев“, Глушков сразу обратил внимание на молодого, активного, весьма организованного и знающего себе цену инженера.

Когда работы по ЭВМ „Киев“ закончились, он назначил Погребинского главным конструктором ЭВМ „Промшь“ (а затем и МИРов). Вряд ли Глушков ожидал, что его идея личной машины для инженера (сейчас ее назвали бы персональной) будет реализована в ЭВМ „Промшь“ всего за восемь месяцев!

Будучи главным конструктором макроконвейерной ЭВМ, Погребинский отлично справился и с этой, вероятно, самой сложной в его жизни работой.

Быстродействие и надежность — главные параметры ЭВМ — в значительной степени определяются элементной базой: десятками и сотнями тысяч элементарных электронных схем, из которых строится ЭВМ. В разработку элементной базы первых ЭВМ („Днепр“, МИР и др.) основной вклад внес С.С. Забара. Он появился в бывшей лаборатории Лебедева в 1956 году еще до прихода Глушкова и попал в группу, эксплуатировавшую СЭСМ. Машина работала очень ненадежно.

Намучавшись с ней, он решился на отчаянный поступок. „Когда все ушли в отпуск и среди двух оставшихся я оказался старшим, — вспоминает он, — я срезал весь старый монтаж, разработал новые элементы, но смонтировать, конечно, не успел. То-то были гром и молнии, когда вернулся мой руководитель Рабинович! Но пути были



отрезаны, нужно было идти напролом. И затея удалась! Это была первая, маленькая, но очень приятная победа!“.

Постепенно С.С. Забара стал, как тогда говорили, „элементчиком“, т. е. разработчиком элементной базы машин. Был главным конструктором элементной базы ЭВМ „Днепр“, „Днепр-2“, ЭВМ семейства МИР, „Искра“ и др. Руководил работой по созданию системы потенциальных элементов (МИР-10), сменивших потенциально-импульсные. На элементах МИР-10 создавались все машины второго поколения, выпускаемые Министерством приборостроения СССР. (В этой работе активно участвовал А.Г. Кухарчук, разработавший базовые методы проектирования цифровых устройств на потенциальных элементах).

Кроме „Днепров“ и семейства МИР в Институте кибернетики АН Украины и СКВ института в 60-х и 70-х годах был разработан и передан промышленности целый ряд мини-ЭВМ, специализированных ЭВМ и программируемых клавишных ЭВМ: СОУ-1, „Нева“, „Искра-125“, „Мр1я“, „Чайка“, „Москва“, „Скорпион“, „Ромб“, „Орион“, „Экспресс“, „Пирс“, ЭВМ для спектрального анализа и др. (А.В. Палагин, А.Г. Кухарчук, Г.И. Корниенко).

Совместно с Киевским ПО им. С.П. Королева был создан и выпускался комплекс микропроцессорных средств „Нейрон“ и системы отладки СО-01 — СО-04 (Б.Н. Малиновский, А.В. Палагин, В.И. Сигалов). Сотрудники института приняли участие в проектировании первой отечественной микро-ЭВМ „Электроника-С5“, созданной в Ленинградском НПО „Светлана“ (А.В. Палагин, В.А. Иванов).

Современные ЭВМ невозможно проектировать без систем автоматизации проектно-конструкторских работ. На основе теоретических работ Глушкова в институте был развернут широкий фронт работ и создан ряд уникальных систем „ПРОЕКТ“ („ПРОЕКТ-1“, „ПРОЕКТ-ЕС“, „ПРОЕКТ-МИМ“, „ПРОЕКТ-МВК“) для автоматизированного проектирования ЭВМ вместе с математическим обеспечением. Первоначально они реализовывались на ЭВМ „Киев“, затем М-20, М-220 и БЭСМ-6 (с общим объемом в 2 млн. машинных команд), а со временем переведены на ЕС ЭВМ. Система „ПРОЕКТ-1“, реализованная в М-220 и БЭСМ-6, представляла собой распределенный специализированный программно-технический комплекс со своей операционной системой и специализированной системой программирования. В ней впервые в мире был автоматизирован (причем с оптимизацией) этап алгоритмического проектирования (В.М. Глушков, А.А. Летичевский, Ю.В. Капитонова). В рамках этих систем была разработана новая технология проектирования сложных программ — метод формализованных технических заданий (А.А. Летичевский, Ю.В. Капитонова). Системы „ПРОЕКТ“ разрабатывались как экспериментальные, на них отрабатывались реальные методы и методики проектирования схемных и программных компонентов ЭВМ. Эти методы и методики впоследствии были приняты в десятках организаций, разрабатывающих вычислительную технику. Заказчиком выступало Министерство радиопромышленности (ЦКБ „Алмаз“ и НИЦЭВТ). Разработанные системы стали прообразом реальных технологических линий выпуска документации для производства микросхем ЭВМ во многих организациях бывшего Советского Союза.



С системой „ПРОЕКТ-1“ тесно связана система автоматизации проектирования и изготовления БИС с помощью элионной технологии. В отделе, руководимом В.П. Деркачем (одним из первых аспирантов В.М. Глушкова), были созданы установки „Киев-67“ и „Киев-70“, управляющие электронным лучом при обработке с его помощью различного типа подложек. Необходимо заметить, что показатели этих установок давали рекордные параметры в микроэлектронике на то время.

Системы автоматизации проектирования „ПРОЕКТ“ имели коммуникационный интерфейс с „Киев-67“ и „Киев-70“, что позволяло выполнять сложные программы управления электронным лучом как при напылении, так и при графической обработке подложек.

Работы Глушкова, Деркача и Капитоновой по автоматизации проектирования ЭВМ были удостоены в 1977 году Государственной премии СССР.

Проблема автоматизации программирования также входила в круг основных интересов В.М. Глушкова. В работах этого направления он исходил из дальней цели полной автоматизации процесса разработки программ и ведения вычислений. Эта цель была сформулирована уже в 1957 году в статье Глушкова „Об одном методе автоматизации программирования“ (Проблемы кибернетики. — 1959, № 2), где предлагались первые реальные шаги для ее достижения. Работа заканчивалась словами: „В случае реализации метода во всей его полноте машине будет достаточно „показать“ бумагу с напечатанным на ней заданием (на привычном математическом языке. — *Прим. автора*), чтобы машина без дальнейшего вмешательства человека начала решать задачу и выдала через некоторое время ответ“. Метод специализированных программирующих программ, предложенный и развитый там же, в настоящее время реализуется в методологии построения интеллектуальных прикладных пакетов программ. В этой работе проявилась важная методологическая идея о правильном (сбалансированном) сочетании универсальных и специализированных средств при создании кибернетических систем, которая широко использовалась в дальнейшем и в других областях (архитектура ЭВМ, искусственный интеллект, системы управления).

Пути совершенствования технологии разработки программ В.М. Глушков видел в развитии алгебры алгоритмических языков, т. е. техники эквивалентных преобразований выражений в этих языках. В эту проблему он вкладывал

общематематический и даже философский смысл, рассматривая создание алгебры языка конкретной области знаний как необходимый этап ее математизации. Сопоставляя численные и аналитические методы решения задач прикладной математики, Глушков утверждал, что развитие общих алгоритмических языков и алгебры таких языков приведет к тому, что выражения в этих языках



(сегодняшние программы для ЭВМ) станут столь же привычными, понятными и удобными, какими сегодня являются аналитические выражения. При этом фактически исчезнет разница между аналитическими и общими алгоритмическими методами и мир компьютерных моделей станет основным источником развития новой современной математики, как это и происходит сейчас. Поэтому, обсуждая созданную им алгебру алгоритмов, он говорил об этапах развития формульного аппарата математики от алгебраической символики Виета и символики дифференциально-интегрального исчисления Лейбница и Ньютона до современных алгоритмических языков, для которых необходимо создавать соответствующие исчисления и алгебру.

Опираясь на отечественные работы по теории и практике программирования в Москве, Новосибирске, Дубне, Ленинграде и других городах, Глушков в начале 70-х годов сформировал в стране программу работ по технологии программирования и средствам ее автоматизации. Ее реализация была задумана и организована им широким фронтом: от фундаментальных исследований и организационных мероприятий (конференций, ежегодных школ-семинаров, рабочих групп, постановлений директивных органов и пр.) до изготовления и внедрения в народное хозяйство конкретных автоматизированных систем производства программ и технологических комплексов программиста. В это время им был выполнен большой цикл работ по созданию в стране первой отечественной технологии программирования с развитыми средствами автоматизации на всех этапах изготовления программных систем. Средства автоматизации работ по этой технологии — технологические комплексы РТК — были изготовлены для всех основных машин — ЕС ЭВМ, СМ ЭВМ, БЭСМ-6, микро-ЭВМ типа „Электроника“ и получили широкое внедрение. Большую роль в успешном выполнении этого цикла работ сыграл И.В. Вельбицкий.

## На пути к роботам

Искусственные зрение и слух — важная часть работ в области создания искусственного интеллекта. Здесь главным, конечно, является зрение, поскольку наибольшее количество информации человек получает благодаря ему. Для этого я пригласил В.А. Ковалевского из Харькова, который и организовал работу по распознаванию образов. Первым результатом его работы стал автомат для чтения машинописных букв и цифр. Он был выпущен малой серией (пять или восемь штук) из-за дороговизны, с перфокартами ему было конкурировать трудно. Затем Т.К. Винцюк занялся распознаванием речи, которым мы прикрыли направление по созданию сенсорной части роботов.

С самого начала я сформулировал задачу и по автоматизации двигательной (моторной) функции роботов. Мной была поставлена задача создать автоматическую руку на тележке, которая передвигалась вдоль щита управления любым объектом и переключала бы тумблеры, рубильники, поворачивала ручки и т. д., одновременно к ней добавлялось примитивное зрение, способное воспринимать только положение стрелки приборов или деления шкалы. Но, к сожалению, я не смог подыскать человека, который любил бы работать с механикой, руками. А эту задачу я поставил еще в 1959 году, когда о роботах никто не заикался. Если бы у нас были хорошие мастерские, то мы могли бы в 1963 году первыми в мире иметь механическую руку. К сожалению, не все удастся сделать.

Синтез всех этих направлений — в роботах-манипуляторах с рукой, зрением и искусственной речью.

Одновременно мы начали работы по распознаванию смысла фраз на русском языке, т. е. в области семантических сетей, как теперь это называется. Этим занимался А.А. Стогний и частично А.А. Летичевский, они добились хороших результатов. Впрочем, алгоритмы делал я, а Стогний подготовил хорошие программы. По потоку предложений на входе этот алгоритм строил семантическую сеть, т. е. определял, какие слова с какими корреспондируются. Например, предложение „Стул стоит на потолке“ хоть и правильно грамматически, но семантически неверно, и т. д. Были сделаны зачатки картины мира, причем придумано экономное кодирование; затем Стогний переключился на распознавание дискретных образов, тематику Ю.И. Журавлева, да и я оставил это дело и у нас оно захирело. Надо было его с машинным переводом связать, но опять не хватило людей, а я не мог заниматься лишь семантической алгоритмикой. И все-таки, когда я сделал в 1961 году в Мюнхене на конгрессе IFIP доклад на эту тему, это стало сенсацией, — у американцев ничего подобного в то время не было. Тогда же меня избрали в программный комитет Международной федерации по обработке информации.

„ЭВМ „Киев“ стала первой в Европе системой цифровой обработки изображений и моделирования интеллектуальных процессов, — дополняет Глушкова Г.Л. Гиммельфарб, один из ветеранов института. — К ней были подключены два оригинальных периферийных устройства, которые позволили моделировать на ЭВМ простейшие алгоритмы обучения распознаванию образов и обучения целенаправленному поведению: устройство для ввода изображений с бумажного

носителя или фотопленки и устройство вывода изображений из ЭВМ. (Оба устройства разработал В.И. Рыбак.) В те годы первые устройства вывода изображений из ЭВМ (пробраны сегодняшних дисплеев) имелись только в США. Устройств, аналогичных киевскому, по всей видимости, за рубежом тогда еще не было. На ЭВМ „Киев“ под руководством Глушкова в конце 50-х — начале 60-х годов была выполнена серия работ по искусственному интеллекту, в частности обучению распознаванию простых геометрических фигур (В.М. Глушков, В.А. Ковалевский, В.И. Рыбак), моделированию читающих автоматов для рукописных и машинописных знаков (В.А. Ковалевский, А.Г. Семеновский, В.К. Елисеев), отслеживанию движения объектов по серии изображений, или кинограмме (В.И. Рыбак), моделированию поведения коллектива автоматов в процессе эволюции (А.А. Дородничина, А.А. Летичевский), автоматическому синтезу функциональных схем ЭВМ (Ю.В. Капитонова) и др. Таким образом, В.М. Глушков обратился к теории и практике моделирования интеллектуальной деятельности в первые годы становления вычислительной техники, когда многие воспринимали ЭВМ просто как „большой арифмометр“. Большой интерес Глушков проявил к автоматическому распознаванию зрительных образов: работы по автоматическому чтению рукописных и печатных знаков были начаты под его руководством уже в 1959–1961 годы, а на протяжении первой половины 60-х годов была развита корреляционная теория распознавания машинописных знаков и строк текста (В.А. Ковалевский, М.И. Шлезингер), теория оптимального конструирования эталонов распознаваемых символов (М.И. Шлезингер), были созданы последовательно несколько макетов оптических читающих автоматов, основанные на принципах оптической корреляции („ОКА“ и „ЭОК-10“, В.К. Елисеев) и электронной корреляции („ЧАРС“, В.А. Ковалевский, А.Г. Семеновский).

В дальнейшем устройства ввода-вывода изображений, использованные для ЭВМ „Киев“, были модернизированы и перенесены на новую ЭВМ БЭСМ-6. С их помощью были выполнены многочисленные работы по цифровому анализу снимков реальных объектов, в частности по обнаружению и отслеживанию следов физических частиц в пузырьковых камерах (М.И. Шлезингер), обнаружению, распознаванию и отслеживанию движения различных транспортных средств (В.И. Рыбак), распознаванию машинописных знаков (В.А. Ковалевский) и др.

Опыт, полученный при создании и использовании устройств ввода-вывода изображений, позволил разработать первый в СССР стенд моделирования интеллектуальных роботов типа глаз-рука (В.И. Рыбак, Г.Л. Гиммельфарб, В.Б. Марченко и др.). В состав стенда вошли ЭВМ БЭСМ-6, связанная с ней телевизионная система ввода изображений в ЭВМ и электромеханический манипулятор с шестью степенями подвижности, подсоединенный к ЭВМ БЭСМ-6 через управляющую мини-ЭВМ М-6000. В.М. Глушков проявил большой интерес к этим работам, поскольку считал робототехнику одним из важнейших направлений практического использования методов и средств искусственного интеллекта. На стенде были впервые в СССР выполнены работы по автоматическому описанию пространственных сцен, составленных из простых по форме объектов, и управлению манипулятором на основе полученного описания (70-е годы)“.

Добавим, что в отделе Н.М. Амосова в эти же годы был проведен широкий комплекс исследований в области искусственного интеллекта: был разработан ряд

транспортных роботов (ТАИР и др.), осуществлено моделирование ряда мыслительных и общественных процессов (А.М. Касаткин, Л.М. Касаткина, Д.Г. Галенко и др.).

В.М. Глушков не случайно упоминает Т.К. Винцюка и его работы по распознаванию речи. Еще при жизни ученого Винцюком был разработан ряд весьма совершенных устройств распознавания и синтеза речи. Поддержка этих работ со стороны В.М. Глушкова привела к быстрому развитию в институте одного из важных направлений искусственного интеллекта.

## Будущее экспериментальной науки

„Вряд ли можно сомневаться, что в будущем все более и более значительная часть закономерностей окружающего нас мира будет познаваться и использоваться автоматическими помощниками человека. Но столь же несомненно и то, что все наиболее важное в процессах мышления и познания всегда будет уделом человека. Справедливость этого вывода обусловлена исторически.



...Человечество не представляет собой простую сумму людей. Интеллектуальная и физическая мощь человечества определяется не только суммой человеческих мускулов и мозга, но и всеми созданными им материальными и духовными ценностями. В этом смысле никакая машина и никакая совокупность машин, являясь в конечном счете продуктом коллективной деятельности людей, не могут быть „умнее“ человечества в целом, ибо при таком сравнении на одну чашу весов кладется машина, а на другую — все человечество вместе с созданной им техникой, включающей, разумеется, и рассматриваемую машину.

Следует отметить также, что человеку исторически всегда будет принадлежать окончательная оценка интеллектуальных, равно как и материальных ценностей, в том числе и тех ценностей, которые создаются машинами, так что и в этом смысле машина никогда не сможет превзойти человека.

Таким образом, можно сделать вывод, что в чисто информационном плане кибернетические машины не только могут, но и обязательно должны превзойти человека, а в ряде пока еще относительно узких областей они делают это уже сегодня. Но в плане социально-историческом эти машины есть и всегда останутся не более чем помощниками и орудиями человека“. (В.М. Глушков. Мышление и кибернетика//Вопр. философии. — 1963. № 1).

Автоматизация научных исследований начиналась с автоматизации измерений и обработки полученной информации. Это мы делали еще в начале 60-х годов на расстоянии обрабатывали данные, поступавшие из Атлантического океана. Наличие управляющей машины „Днепр“ с устройством связи с объектом УСО позволило нам раньше американцев осуществить автоматизацию эксперимента в Академии наук Украины. Американцы использовали для этой цели КАМАК — более совершенные технические средства, созданные в 1967 году, тогда как УСО „Днепра“ было разработано в 1961 году. Председателем Совета по автоматизации научных исследований, организованного в 1972 году при Президиуме АН Украины, был назначен Б.Н. Малиновский. Я как вице-президент курировал этот совет, а также совет

по вычислительной технике, руководимый А.А. Стогнием, и совет по АСУ президиума, возглавляемый В.С. Михалевичем.

Было решено силами академических институтов разработать автоматизированные проблемно-ориентированные лаборатории АПОЛ, включающие комплекс измерительных средств, ЭВМ и программы обработки измерений. Сейчас один завод выпускает рентгеновские аппараты, другой — спектроанализаторы, третий — вычислительную машину, четвертый — КАМАК и т. п. Это, конечно, не индустриальный подход, и такими темпами мы науку не автоматизируем до конца XXI столетия. Мы наметили пять-шесть АПОЛ, готовим необходимую техническую документацию и решаем вопрос о серийном производстве. В частности речь идет о лаборатории для рентгеноструктурного анализа, лаборатории масс-спектрографий и еще о целом ряде лабораторий, которые используются в химии, физике и биологии. Есть договоренность с заводом „Точэлектроприбор“ что они возьмут на себя выпуск таких лабораторий. Тогда Академия наук, заказав их, будет делать только шеф-монтаж. Конечно, для какого-нибудь уникального эксперимента установку придется собрать самим ученым. Но это должно быть исключением, а не правилом. А правилом должно быть осуществление промышленностью шеф-монтажа. Малиновского это сразу увлекло, и он включился в полную силу, а работать он умеет, надо отдать ему должное.

В программно-технических комплексах и проблемных лабораториях должны занять и занимают свое место микрокомпьютеры. — Часть обработки данных эксперимента должна производиться на месте с помощью встроенного в прибор микрокомпьютера, остальная — на миникомпьютере, и лишь в случае необходимости можно выходить на большой компьютер. Например, для обработки результатов сложных ядерных экспериментов мы подключаем машину БЭСМ-6 (или ЕС-1060) на нашем вычислительном центре через радиоканал шириной 96 кГц, а рядом с экспериментальной установкой находится миникомпьютер, обрабатывающий результаты экспериментов.

Большинство экспериментов не ограничивается сбором и обработкой данных. Наиболее трудной частью является настройка экспериментальной установки. Например, для термоядерного лазерного реактора, который разрабатывает академик Н.Г. Басов, результаты эксперимента обрабатываются на ЭВМ за сутки, а на настройку установки тратится полгода, поскольку она должна быть очень точной. Поэтому важно решить и такую задачу, как компьютерная настройка приборов. Для этого следует применять роботы, которые также должны входить в программно-технический комплекс. Потому что, когда делается рентгеноструктурный анализ кристалла в геохимии, то кристалл следует поворачивать, изменять его положение по отношению к пучку рентгеновского излучения, перемещать и т. п. Это все пока довольно долго делает экспериментатор. А в будущем программно-техническом комплексе такие операции должны выполняться автоматически. В противном случае, если обработка результатов занимает половину времени, то ни при какой автоматизации мы не можем ускорить эксперимент больше чем вдвое. К сожалению, многие этого не понимают.

Не понимают, как всегда, потому, что американцы до этого только-только доходят. Они начнут понимать через пять-восемь лет после того, как это появится в США, такой у них стиль работы.

Усилиями наших инженеров в Институте проблем прочности АН Украины автоматизированы испытания на механическую усталость: здесь, по-видимому, будет



создана первая проблемно-ориентированная лаборатория для многих механических испытаний. В Институте геологии и геофизики, а также в Институте проблем онкологии АН Украины мы также сделали ряд работ.

С автоматизацией физических исследований тесно связана автоматизация испытаний сложных промышленных объектов. Этим занимаются В.И. Скурихин и А.Г. Корниенко. Корниенко делает работу для флота, а Скурихин, А.А. Морозов и П.М. Сиверский — для авиации. Когда президент АН СССР А.П. Александров наши результаты увидел, он вначале не поверил. Пришлось показать систему, разработанную Корниенко, установленную на одном из кораблей и имеющую 1200 каналов съема информации.

В подготовленной всесоюзной целевой программе по автоматизации научных исследований, испытаний сложных объектов и автоматизации проектно-конструкторских работ наш институт официально намечается головным. Постановление еще не было, когда я лег в больницу. (Позднее оно вышло. — *Прим. авт.*) Есть еще одно направление в этой работе, смыкающееся с роботами. Сейчас сборка и укрепление датчиков делаются вручную. Нужен еще такой микроробот, который мог бы все это делать. Такая задача поставлена мной на будущее. Здесь неограниченный простор для исследований, потому что в качестве конечной цели видится автоматизированная система развития науки и техники в целом, когда ЭВМ сами делают эксперименты, настраивают экспериментальную установку, могут спроектировать новую, получают результаты, обрабатывают их, строят теории, проверяют правильность старых теорий и в случае необходимости выходят на построение новых.

В последующем мыслится разработка алгоритмов дедуктивных построений, чтобы машина не только обрабатывала результаты, но и проверяла гипотезы и строила на основе этого теории, т. е. выдавала готовую печатную продукцию сначала в диалоговом режиме, а потом и самостоятельно. Такова дальнейшая программа работ в области автоматизации научных исследований.

И, наконец, системы автоматизации проектирования (САПР). Мы вычленили отдельно задачу автоматизации проектирования ЭВМ, потому что это полностью наша задача. А в остальном проектировании — в строительстве, машиностроении и т. д., алгоритмы делаем не мы, а соответствующие институты, а мы создаем программно-технические комплексы. Мы сделали две такие системы: одну для строителей в Киеве в Институте экспериментального зонального проектирования, другую (закрытую) в Ленинграде. Система автоматизации проектирования строительных работ получилась хорошая: изготавливаются полностью автоматически чертежи, проектная и сметная документация и пр. Этим занимаются Скурихин и Морозов. Эти и другие работы привели к появлению новых направлений — сети ЭВМ и банки данных. Сетями у нас занимаются А.Н. Никулин и А.И. Никитин, а банками данных — Ф.И. Андон и А.А. Стогний.

Что касается сетей, то мы первыми в мире высказали эту идею, первыми осуществили передачу информации для ЭВМ на большие расстояния, и если не сеть, то, во всяком случае, удаленные терминалы сделали раньше всех (при „океанском“ эксперименте, когда ЭВМ „Киев“ обрабатывала информацию, полученную с научно-исследовательского судна).

И мы же сделали первый в мире эскизный проект сети ЭВМ — Единой Государственной сети ВЦ (ЕГС ВЦ), который в полной мере в настоящий момент не реализован еще нигде. Этот проект был сделан мной совместно с Н.Н. Федоренко в 1962–1964 годах по указанию лично председателя Совета Министров СССР Косыгина и был направлен в правительство. Создание такой сети позволяет собирать и оптимальным образом использовать экономическую, научно-техническую и любую другую информацию, а также обмениваться ею в интересах потребителей, что очень важно в наше время перехода к информационному обществу.

## Пионеры компьютеризации

Следующее направление, которое также возникло не сразу, хотя и зарождалось давно, — это разработка теории систем управления экономическими объектами (предприятиями, отраслями промышленности), а также автоматических систем для управления различными техническими средствами.

Работы по управлению экономикой развернулись начиная с 1962 года с создания эскизного проекта общегосударственной сети вычислительных центров, а по конкретным автоматизированным системам управления производством (АСУ) — начиная с 1963–1964 годов. Тогда мы стали продумывать „Львовскую систему“ АСУ с крупносерийным характером производства на телевизионном заводе во Львове (теперь — ассоциация „Электрон“. — *Прим. авт.*), а разрабатывать ее стали начиная с 1965 года, совместно с заводом.

На это дело были ориентированы Скурихин с Морозовым, они являются руководителями больших направлений в Институте кибернетики и в нашем СКВ математических машин и систем. Участвовали в этой работе В.В. Шкурба, Т.П. Подчасова и др. В 1970 году, когда система уже успешно эксплуатировалась, ее создатели получили Госпремию Украины (В.М. Глушков, В.И. Скурихин, А.А. Морозов, Т.П. Подчасова, В.К. Кузнецов, В.В. Шкурба и три специалиста от завода. — *Прим. авт.*).

За этими несколькими фразами, сказанными В.М. Глушковым по поводу „Львовской системы“ — первой АСУ в бывшем Советском Союзе, стоит колоссальный труд многих сотрудников Института кибернетики АН Украины и СКВ Львовского телевизионного завода „Электрон“.

Летом 1965 года В.М. Глушков поехал во Львов и выступил на конференции, проводимой Львовским совнархозом. С воодушевлением говорил, что надо переходить к автоматизированным системам управления предприятиями, рассказал, что это такое. Присутствовавший на конференции директор телевизионного завода Степан Остапович Петровский предложил Глушкову создать систему управления производством на своем заводе, обещал максимальное содействие. Ученый „загорелся“ появившейся возможностью — в то время подобных систем еще нигде не было. Во Львов был послан Скурихин с командой в пятнадцать человек. За два года система была создана. Скурихин и его ближайшие помощники — А.А. Морозов, Т.П. Подчасова, В.В. Шкурба и др. — все это время жили практически во Львове, работали по двенадцать и более часов в сутки, без выходных. Рассказывая об этих памятных днях, Скурихин вспомнил, как он встретил новый 1966 год: после напряженнейшего рабочего дня не пошел в гостиницу, а устроился спать на своем рабочем столе, да так и проспал всю новогоднюю ночь.

Морозов, по его выражению, отдал „Львовской системе“ десять лет своей жизни. Ему пришлось „доводить“ и развивать ее в последующие годы. Это была суровая, но и очень полезная школа для молодого специалиста.

Направление, которое мы избрали после создания „Львовской системы“, заключалось в том, чтобы создать не индивидуальную, а типовую систему для машино- и приборостроительных предприятий с тем, чтобы можно было реализовать

индустриальные методы внедрения. А для этого, конечно, требовалось провести гораздо большую научно-исследовательскую работу, чем для индивидуальной системы. Это примерно в 2,5–3 раза больше работы на начальной стадии разработки, потому что в состав алгоритмов и программного обеспечения приходилось включать не только те алгоритмы, которые встречаются на Львовском заводе, но и те, которые могут быть применены на родственных заводах. Следовательно, надо было создать функциональную избыточность системы с тем, чтобы потом при привязке, наладке, шеф-монтаже и пуске системы можно было бы просто выбирать из наличного запаса то, что надо запускать на данном предприятии. И надо было, конечно, максимально использовать программы, которые пользуются табличным представлением особенностей предприятия, максимально использовать параметры вместо числовых значений. Такие параметрические программы, как правило, требуют специальных методов для их запуска в системе.



Мной в 1965 году было выдвинуто понятие специализированной операционной системы, предназначенной для систем с регулярным потоком задач плюс небольшой процент нерегулярных задач. Дело в том, что операционные системы, которыми снабжались машины IBM-360 в 1965 году и которые решают случайные потоки задач, универсальны для пакетного режима и хороши для вычислительных центров (относительно хороши, конечно). А в АСУ, как правило, мы имели дело с задачами регулярными, т. е. знали, что в какое-то время должна выйти на счет такая-то задача. Поэтому мы могли использовать упреждение во времени для предварительной подготовки информации с тем, чтобы когда задача вышла на счет, необходимая информация уже была готова (магнитные ленты подкручены, первая порция информации передана в оперативную память и т. д.). Для этого вводилось расписание задач, и с помощью мультипрограммирования оставалось только заполнять возникающие промежутки счетом нерегулярных задач или отладкой новых задач, которые возникают в результате развития системы.

После „Львовской системы“ в конце 60-х-начале 70-х годов мы завершили работы по системе „Кунцево“ (для Кунцевского радиозавода).

Она делалась таким образом, чтобы перекрыть практически большинство задач в группе приборо- и машиностроительных отраслей промышленности.

Нам удалось подписать соответствующие приказы о том, чтобы 600 систем, которые разрабатывались в то время в девяти оборонных министерствах (машиностроительных и приборостроительных), делались на основе „Кунцевской системы“. Но даже в министерстве, где работает И.А. Данильченко (главный конструктор АСУ в Министерстве обороны. — *Прим. авт.*), „кунцевская“ идеология была внедрена в значительной степени формально, потому что у них были до этого

значительные собственные проработки, скажем, в ЛОМО или на Кировском заводе. По-настоящему политика типизации была проведена только в министерстве машиностроения (директор головного института министерства по АСУ В.Н. Засыпкин), которое позже других взялось за это. И сейчас в какой-то мере типизация вводится у Э.К. Первышина, в Министерстве промышленности средств связи. А министерства, у которых были собственные заделы, не хотели с ними разлучаться. Тем не менее в рамках даже одного министерства машиностроения это не меньше 50 систем на крупных и важных заводах. И они рывком догнали все остальные министерства и даже по многим вопросам перегнали.

Создание таких крупных АСУ потребовало использования и развития методов оптимизации.

Работы в области методов оптимизации велись под руководством В.С. Михалевича и привели к созданию украинской школы методов оптимизации (В.С. Михалевич, Ю.М. Ермольев, Б.Н. Пшеничный, И.В. Сергиенко, В.В. Шкурба, Н.Э. Шор и др.), получившей быстрое признание не только в Советском Союзе, но и за рубежом.

По инициативе В.М. Глушкова в начале 1960 года из его отдела (теории цифровых автоматов) выделилась небольшая группа математиков (Михалевич, Ермольев, Шкурба, Шор), которые вместе с приехавшим из Ростова к.т.н. Бернардо дель Рио, специалистом в области транспорта, образовали отдел автоматизации статистического учета и планирования, вскоре переименованный в отдел экономической кибернетики. Руководителем отдела стал к.ф.-м.н. Михалевич, защитивший в 1956 году в Москве кандидатскую диссертацию в области теории игр и последовательных статистических решений (научный руководитель академик А.Н. Колмогоров). Отдел быстро рос (за счет молодых специалистов) и к 1964 году насчитывал около 100 человек, после чего стал распадаться и дал жизнь более чем десятку отделов и лабораторий.

Так возникла в Институте кибернетики АН Украины школа оптимизации, в которую серьезный вклад внес также Б.Н. Пшеничный, выделившийся со своей группой из отдела вычислительных методов. Уже в первые годы возникло несколько оригинальных направлений в области оптимизации.

В 1960–1962 гг. была предложена общая алгоритмическая схема последовательного анализа вариантов, включающая в себя как частный случай вычислительные методы динамического программирования (В.С. Михалевич, Н.З. Шор). Эта схема сразу нашла серьезные приложения при проектировании автомобильных и железных дорог, электрических и газовых сетей, нахождении кратчайших путей, в сетевом планировании и управлении. В.В. Шкурба развил эту схему вместе с методами имитационного моделирования для решения задач упорядочения, в частности в теории расписаний и календарном планировании, что послужило математической основой систем „Львов“, „Кунцево“ и др. Все эти работы были инициированы В.М. Глушковым, который внес огромный вклад в их организацию.



В 1963–1966 гг. сотрудники отдела экономической кибернетики в масштабах Союза организовали методическое руководство внедрением методов сетевого планирования и управления в 9 министерств ВПК и строительство. Эти работы также были активно поддержаны В.М. Глушковым.

Другое большое направление исследований в области оптимизации — нелинейное программирование, в частности, недифференцируемая оптимизация. Первая работа по субградиентным методам появилась уже в 1962 г. (Н.Э. Шор). На Западе эти методы были переоткрыты лишь в 1974 году. Их разработка стала ключом к решению задач большой размерности с использованием схем декомпозиции. Первые приложения были связаны с решением транспортных задач и были инициированы А.А. Бакаевым, перешедшим в ИК АН Украины из Госплана Украины. Субградиентные методы фактически стали математической основой многих исследований в области транспорта, выполненных в отделе А.А. Бакаева.

В эти же годы субградиентные методы были применены для оптимизации загрузки прокатных станов СССР. В дальнейшем В.М. Глушков, В.С. Михалевич вместе с академиком Л.В. Канторовичем приложили огромные усилия для организации внедрения систем оптимальной загрузки трубных станов СССР, математической основой которых служили алгоритмы, разработанные в ИК АН Украины.

Среди видных представителей киевской оптимизационной школы — академик АН Украины Б.Н. Пшеничный и его ученики (нелинейный и выпуклый анализ, дифференциальные игры, оптимальное управление, нелинейное программирование, динамические модели экономики); Ю.М. Ермольев и его ученики (нелинейное и стохастическое программирование, негладкая оптимизация, моделирование и оптимизация сложных стохастических систем).

Серьезные исследования по разработке приближенных методов дискретной оптимизации выполнены под руководством академика АН Украины И.В. Сергеенко.

Доктор ф.-м. н. В.А. Трубин выполнил ряд работ в области создания алгоритмов в задачах дискретно-непрерывного типа (синтез сетей, размещение производства и др.), а также провел ряд тонких исследований по анализу вычислительной сложности задач дискретной оптимизации.



Развивая концепцию ОГАС, анализируя работы по диалоговой системе балансовых расчетов (ДИСПЛАН), В.М. Глушков в последние годы своей жизни написал работы по системной оптимизации, связанные с оптимизацией многокритериальных систем в диалоговом режиме. Это направление получило продолжение в многочисленных работах В.Л. Волковича и его учеников.

В 1981 году группа ученых Института кибернетики им. В.М. Глушкова за разработку комплекса методов оптимизации получила Государственную премию Украины (В.С. Михалевич, А.А. Бакаев, Ю.М. Ермолев, Т.П. Марьянович, И.В. Сергиенко, В.Л. Волкович, Б.Н. Пшеничный, В.В. Шкурба, Н.Э. Шор).

В начале 60-х годов заместителем Глушкова по работам, проводимым в Москве в оборонных министерствах по созданию систем управления предприятиями, был А.И. Китов. Я уверен — имей Глушков больше времени, он обязательно рассказал бы об этом замечательном человеке. Познакомились они заочно. Еще до приезда в Киев, живя в Свердловске, Глушков в 1956 году прочитал его книгу „Цифровые вычислительные машины“ — первую книгу-учебник по вычислительной технике.

Участник Великой Отечественной войны, один из немногих уцелевших двадцатилетних, Китов в 1950 году окончил Военную артиллерийскую академию им. Ф.Э. Дзержинского (с золотой медалью) и был направлен в Академию артиллерийских наук, где получил задание работать в СКБ-245 Министерства машиностроения и приборостроения СССР для изучения электронной вычислительной техники и возможностей ее использования в Министерстве обороны.

В 1952 году в его руки попала книга Винера „Кибернетика или управление и связь в животном и машине“. Изучение этой книги, а также беседы с Алексеем Андреевичем Ляпуновым, которого А.И. Китов считал своим учителем, привели его к убеждению, что принятая в нашей стране официальная трактовка кибернетики как буржуазной лженауки является неправильной. Он подготовил статью о содержании и значении новой науки. После длительного (трехлетнего) процесса обсуждения статьи на различных совещаниях и семинарах она была доработана с участием А.А. Ляпунова и С.Л. Соболева и опубликована под названием „Основные черты кибернетики“ в августе 1955 года в журнале „Вопросы философии“ вместе со статьей Э. Кольмана „Что такое кибернетика“, что привело к признанию и дальнейшему развитию кибернетики.

В 1954 году его назначили руководителем Вычислительного центра Министерства обороны СССР. Занимаясь автоматизацией управления в военном деле, он много думал об автоматизации и рационализации управления народным хозяйством страны и в январе 1959 года послал в ЦК КПСС на имя Хрущева письмо о необходимости развития вычислительной техники. Оно попало Брежневу и возымело большое

действие. Была создана межведомственная комиссия под председательством А.И. Берга, подготовившая постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР об ускорении и расширении производства вычислительных машин и их внедрении в народное хозяйство, которое было принято и сыграло очень важную роль.



Осенью 1959 года А.И. Китову пришла в голову идея о целесообразности создания единой автоматизированной системы управления для Вооруженных Сил и народного хозяйства страны на базе общей сети вычислительных центров, создаваемых и обслуживаемых Министерством обороны. При большом отставании в производстве ЭВМ от США концентрация выпускаемых машин в мощных вычислительных центрах и их четкая и надежная эксплуатация военным персоналом позволили бы сделать резкий скачок в использовании ЭВМ. Несколько месяцев он работал над обоснованием этой идеи и представил большой доклад в ЦК КПСС. Для его рассмотрения была создана комиссия Министерства обороны под председательством К.К. Рокоссовского. Поскольку в докладе (в преамбуле) давалась резкая критика состояния дел в Министерстве обороны с внедрением ЭВМ, это определило негативное отношение к докладу. Главное же было в том, что работники аппарата ЦК КПСС и верхних эшелонов административной власти, в частности Министерства обороны, почувствовали, что коренная перестройка управления приведет к устранению их от рычагов власти. А с этим они не могли согласиться. И потому Китова за его „большой доклад“... исключили из партии. Лишили престижной должности!

Глушков, познакомившийся уже лично с Китовым в начале 60-х годов, знал об этом и не мог не понимать, чем может обернуться выбранный им путь. Встав на него, он, как и во всем, шел только вперед, продолжая энергично развивать и поддерживать работы по автоматизированному проектированию и управлению сложными системами.

Получилось так, что еще одним самостоятельным направлением, связанным с созданием сложных систем, стало моделирование проектируемых систем с помощью универсальных языков, которые мы специально разрабатывали: СЛЭНГ, НЕДИС. У нас этим занимается отдел Марьяновича. Здесь перспектива заключается в том, чтобы, соединив методы системной оптимизации с языками моделирования и описаниями больших систем, можно было, сформулировав ограничения на соответствующих языках и изменяя те или иные параметры, моделировать (и оценивать) различные варианты проектируемой системы.

Новый этап в развитии автоматизированных систем управления предприятиями начался во второй половине 70-х годов. Это так называемые комплексные АСУ, в которых органически сливаются в единое целое вопросы автоматизированного



проектирования, автоматизированного управления технологией, автоматизация испытаний готовой продукции и автоматизация организационного управления. Вот такое комплексное АСУ, первое в стране, создается сейчас для Ульяновского авиационного завода. Занимаются этим опять-таки Скурихин с Морозовым и почти все СКВ Морозова. (Работа была завершена в конце 80-х годов, когда В.М. Глушкова уже не было. — *Прим. авт.*).



Глушков не случайно несколько раз упоминал фамилию Скурихина, своего заместителя по научной работе.

Скурихин был достойным партнером В.М. Глушкова в работах по созданию автоматизированных систем управления, системам автоматизированного проектирования, системам автоматизации промышленного эксперимента. Простое перечисление созданных под его руководством систем показывает, какая огромная работа была проделана им, его отделом и подразделениями СКВ, которые также находились под его опекой.

Еще в 1959–1963 годах при активном участии Скурихина на Николаевском судостроительном заводе имени 61 коммунара была создана система „Авангард“ — первая на Украине и в бывшем Советском Союзе система автоматизации так называемых плазовых работ в судостроении и вырезки из листовой стали деталей корпуса судна. Задуманная вначале как система подготовки программ для газорезательных автоматов с программным управлением (эту работу инициировал Г.А. Спыну, научный сотрудник Киевского института автоматики), она стала в дальнейшем прообразом так называемых интегрированных систем, так как охватывала весь комплекс плазовых работ по проектированию деталей судокорпусного набора, подготовку необходимой документации для их изготовления, включая карты раскроя и технологическое обеспечение всего процесса проектирования и изготовления судокорпусных деталей. Дальнейшее развитие идеи „Авангарда“ получили в системе автоматизированного проектирования корпусов подводных лодок (система „Чертеж“, 1968–1978) — крупномасштабной системе, позволившей в 20–25 раз сократить проектные трудозатраты. Этим занимались В.И. Скурихин, Г.И. Корниенко, И.А. Янович, В.И. и М.И. Диановы и др. Наиболее крупная разработка была осуществлена в одном из проектных институтов Ленинграда — создан многоуровневый мощный программно-технический комплекс, обеспечивающий все стадии исследовательского проектирования надводных и подводных кораблей. Идеи комплексного подхода к автоматизации производства активно поддерживал В.М. Глушков.

Его влияние сказалось и на последующих системах обработки данных натуральных гидродинамических испытаний судов („Скорость“ и „Гелиограф“), системы испытаний

вновь создаваемых самолетов („Темп“, „Вираз“); системы автоматизированного проектирования объектов энергетического машиностроения („Каштан“) и паротурбинных установок АЭС и др.

Полученный огромный опыт позволил В.И. Скурихину перейти к разработке и обоснованию научных основ построения и функционирования комплексных автоматизированных систем управления, в которых органически сливаются в единое целое этапы автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства, управления производством и испытаний готовой продукции. Эти идеи, поддержанные Глушковым, В.И. Скурихин, А.А. Морозов и их сотрудники реализовали на ряде предприятий оборонного комплекса.

Параллельно с работами по созданию автоматизированных систем развивались работы по теории и системам автоматического управления. Они начались в 1963 году, когда в институте появились А.Г. Ивахненко и А.И. Кухтенко, ведущие украинские ученые в области теории автоматического управления. К числу наиболее весомых результатов, полученных при Глушкове, следует отметить в первую очередь разработку теории инвариантности систем управления (непрерывных и дискретных, линейных и нелинейных, работы А.Г. Ивахненко, А.И. Кухтенко, В.М. Кунцевича, В.В. Павлова); разработку теории систем управления объектами с распределенными параметрами и создание первых образцов систем управления для такого важного класса объектов управления, как термоядерные реакторы типа „Токамак“ (А.И. Кухтенко, Ю.И. Самойленко, Ю.П. Ладиков-Роев); разработку теории систем управления с частотно- и векторными показателями качества (А.И. Кухтенко, В.Л. Волкович, А.Н. Воронин); разработку новых методов решения задач управления и идентификации в условиях неопределенности (А.Г. Ивахненко, В.М. Кунцевич, В.И. Иваненко, Г.М. Бакан, М.М. Бычак). В результате был создан целый ряд уникальных по тем временам цифровых систем управления стендовыми испытаниями образцов авиакосмической техники, аналоговых и цифровых систем управления процессами промышленной технологии в химической и нефтеперерабатывающей отраслях, систем управления безаварийного движения морских судов и др.

## Человеческий фактор

Огромный объем работ, выполненный Институтом кибернетики АН Украины за двадцать пять лет, был бы невозможен, если бы не были подготовлены за эти годы многотысячные кадры специалистов для института и других организаций Украины. В.М. Глушков нашел в себе силы в последние дни рассказать и об этом.

Прежде всего были организованы специализации по вычислительной математике и вычислительной технике в Киевском университете и Киевском политехническом институте на радиотехническом факультете. Позже стало возможным организовать на базе этих специальностей факультет кибернетики в Киевском университете и факультет автоматики и вычислительной техники в Киевском политехническом институте, которые уже выпустили многие сотни специалистов.

Ученик Глушкова В.Н. Редько, в настоящее время заведующий кафедрой теории программирования Киевского университета, вспоминает:

„Трудности подготовки кадров, как и следовало ожидать, проявились уже на начальном этапе. В то время не было ясно, какие компоненты должно включать даже базовое образование по кибернетике. Давалось множество часто противоречивых предложений. Одни, руководствуясь тем, что отец кибернетики Винер трактовал ее как управление и связь в животном и машине, делали упор на традиционную теорию управления, особенно в части автоматического регулирования. Другие — на теории проводной связи и радиосвязи. Третьи особо выделяли теории электрических цепей и вычислительных машин, другие инженерно-технические теории, появившиеся на научной арене намного раньше кибернетики. Наконец, четвертые говорили о нейрофизиологической природе кибернетики, вероятностно-статистических ее особенностях, о множестве более специальных, порой весьма своеобразных теорий, которые должны были бы составить фундамент этой новой рождающейся дисциплины. Нужно было иметь прозорливость Глушкова, чтобы из множества разрозненных и противоречивых фактических и потенциально возможных предложений вычленил нечто концептуально единое и конкретно решить, что базовое кибернетическое образование должно основываться на трех китах: алгебре, теории автоматов и теории алгоритмов. Жизнь в полной мере подтвердила правильность этого решения.

Определившись в этом вопросе, Виктор Михайлович пошел дальше. Поставил два взаимосвязанных вопроса: на кого делать ставку в кибернетическом образовании, и каков, если не оптимальный, то рациональный путь к конкретной реализации этого базового образования.

Обдумывалось множество подходов к решению этих вопросов. Учитывались ретроспективы научно-педагогического формирования коллективов, являющихся возможными кандидатами на выбор, прогнозировались перспективы этого выбора. При этом делалась ставка на механико-математический факультет Киевского университета.

Этот коллектив более чем какой-либо на Украине был готов к эффективному вложению „образовательного капитала“. Особенно зримо это проявилось с приездом из-за границы в 1954 году профессора Льва Аркадиевича Калужнина, сплотившего вокруг себя студенческую молодежь, которая уже в школьные годы зарекомендовала себя активным участием в математических кружках при университете и

математических олимпиадах самого различного уровня. Стержнем работы с этой молодежью была современная алгебра, математическая логика и — теория алгоритмов. При этом особенно культивировалась алгебра.

Виктор Михайлович сделал единственно правильный тактический шаг — шел от алгебры к автоматам, а не наоборот. Ведь к автоматам пока еще не было интереса.

Глушков сразу же по приезде в Киев начал со спецкурса по непрерывным топологическим группам. Затем по материалам известного сборника статей под редакцией Шеннона и Маккарти „Автоматы“ проводил семинар под одноименным названием. Несколько позже читал спецкурс „Полугруппы и автоматы“, чем в большой мере реализовал построение „мостика“ между алгеброй и автоматами. При этом сознательно ключевая роль в рамках сложившихся реалий отводилась первому спецкурсу, который он прочел для небольшой группы студентов разных курсов, специализировавшихся у Л.А. Калужнина. В.М. Глушков на примере важнейших результатов современной алгебры, пожалуй, наиболее ярко раскрыл самое главное — свой стиль мышления, который он пронес через всю жизнь.

Многое стерлось из моей памяти — одного из слушателей спецкурса. Но и сегодня отчетливо помнится, как Виктор Михайлович, следуя Клейну и Ли, неформально освещал основные теоретико-групповые принципы геометрии, раскрывая истоки топологических групп как групп непрерывных преобразований. Затем убедительно мотивировал целесообразность введения в рассмотрение различных уровней абстракции, конкретно проявившиеся в том, что наряду с исследованиями, в которых топологические группы рассматриваются главным образом как группы преобразований, все чаще появлялись работы, в которых эти группы выступали в качестве абстрактных топологических групп. Наряду с основополагающей работой Брауэра рассматривались фундаментальные работы отечественных выдающихся математиков А.Н. Колмогорова, А.И. Мальцева, Л.С. Понтрягина, усилиями которых был создан новый раздел математики — топологическая алгебра, — изучающий различные алгебраические структуры, наделенные топологией.

В созданном контексте уже рельефнее смотрятся известные результаты Картана и Вейля о локально евклидовых группах, пространства которых являются гладкими многообразиями, а операции не только непрерывны, но и дифференцируемы, получивших название групп Ли. Да и сама пятая проблема Гильберта, является ли группой Ли любая локально евклидова топологическая группа (при подходящем выборе локальных координат), предстала в новом прагматическом ракурсе.

Такого виденья было уже достаточно, чтобы понять, что эту „крепость“ не взять простым штурмом. Поэтому велись поиски обходных путей, ведущих к построению теории локально-бикомпактных топологических групп, к изучению их алгебраической и топологической структуры, часто базирующейся на результатах теории групп Ли и установленных связях между локально-бикомпактными группами и группами Ли, в частности линейными. В связи с этим освещались первоклассные результаты А.И. Мальцева, Л.С. Понтрягина, Джона фон Неймана, Смита, Монтгомери, Циппина, Вейля, Хаара, Пегера, Глиссона, Шевале, Ивасова, Ямабе и др. На основе этих результатов исключительно прозрачно была раскрыта идейная основа полного положительного решения пятой проблемы Гильберта, данного в 1952 году Глиссоном, Монтгомери и Циппином и усовершенствованного несколько позже Ямабе.

Заключительным аккордом спецкурса явилось вдохновенное освещение „мостика“ между строением локально-бикомпактных групп и пятой проблемой Гильберта, фундаментом которого стали достигнутые результаты и открытые проблемы.

Восхищали здесь не только ажурность конструкции связующего „мостика“, созданного Виктором Михайловичем, но и та исключительная скромность, с которой он все это преподносил. На первом плане снова Понтрягин, Мальцев, фон Нейман и др., а его собственная персона за кадром, хотя уже тогда нам было ясно, что и он, несомненно, имеет все основания для гордости. И пойдя уясни, — возможно, этот морально-нравственный урок на фоне ярких профессиональных результатов сыграл в нашей жизни куда более важную роль, чем сами эти результаты“.

В.М. Глушков не ограничился подготовкой специалистов в Киевском государственном университете им. Т. Шевченко. Он мобилизовал на эту работу ведущих сотрудников своего института и сам постоянно занимался ею. И, что очень важно, был примером в отношении к делу, своим обязанностям, в поведении со своими друзьями, заботливом отношении к семье.

Я требовал, чтобы все сотрудники, будучи в командировках в украинских городах, посещали вузы и либо читали лекции, либо проводили консультации и знакомились со студентами и агитировали наиболее способных на работу в наш институт.

Проводилась работа и со школьниками. Институт взял шефство над школами, где в старших классах стали преподавать программирование, устраивали всевозможные конкурсы и олимпиады в нашем институте, помогли в организации Малой академии наук в Крыму, где школьники летом слушали лекции лучших наших, московских и новосибирских специалистов. Организовали школу-интернат в Феофании, позднее она была передана Киевскому университету им. Тараса Шевченко.

Ученые института читали лекции (сначала я, а затем и остальные) в Доме научно-технической пропаганды для переподготовки инженерно-технических работников Киева. Циклы лекций по теории автоматов, теории алгоритмов были изданы отдельными монографиями. Благодаря этому в Киеве появилась большая армия инженеров, владевших формальными методами проектирования ЭВМ.

Были разработаны учебные программы для вузов, естественно, аспирантские программы, поскольку не было еще таких специальностей.

И наконец, не было забыто и среднее звено, которое многие упускают, — техники-операторы ЭВМ. Удалось ввести эту специальность в один из киевских техникумов. На Украине была создана хорошая база для подготовки кадров разработчиков ЭВМ и кибернетических систем различного назначения.

В подготовке кадров высшей квалификации (докторов и кандидатов наук) ключевым пунктом всегда оставалась подготовка докторов, потому что, не решив этой проблемы, институт не мог решить и другой проблемы — собрать достаточное количество людей, которые могли бы руководить аспирантами и составить ядро будущих ученых советов по защитах диссертаций. Через 10 лет в институте было 60 докторов наук и около полутысячи кандидатов наук. Много докторов наук было подготовлено для вузов и других организаций.



По подготовке кадров Институт кибернетики тогда был уникальным даже по сравнению с организациями И.В. Курчатова и С.П. Королева, хотя у них было больше возможностей: они платили более высокие зарплаты; быстро добывали вакансии членов-корреспондентов и академиков; кроме того, им не требовались специалисты принципиально новых направлений. А когда, например, специалист в области электрических машин, электропривода или радиотехники становился специалистом в области системотехники и вычислительной техники, то тут требовался поворот на сто восемьдесят градусов, и это гораздо сложнее.

В первый период я сам занимался подбором кадров кандидатов наук и выше, и у нас практически осечек не было. Все потом прижились и стали известными учеными. Впоследствии были приглашены несколько докторов со стороны, в частности Б.Б. Тимофеев, Г.Е. Пухов.

Когда я принимал людей для работы в институте, то обращал внимание не столько на близость специальности, сколько на энтузиазм и на способности, в том числе на способность работать в коллективе, потому что это чрезвычайно важно, — одиночки, хотя они тоже нужны, не могут составить основу научного коллектива.

Тематика выбиралась таким образом, чтобы возможно больше отвечать интересам подобранных людей. Это позволило сократить период их вхождения в новую область до минимума и открывало возможности защиты докторских диссертаций. Таково было наше кредо, поэтому институт очень быстро решил проблему становления кадров высшей квалификации.



Неудивительно, что в 1969 г., когда Институту кибернетики присуждали орден Ленина, в формулировке Указа было сказано „...и за подготовку кадров“.

Высококвалифицированные кадры специалистов по информатике, вычислительной технике и кибернетике, работающие в различных научно-исследовательских

организациях и на предприятиях Украины и готовящиеся в высших и специальных учебных заведениях, — это тоже результат его деятельности, часть его наследия, работающая на будущее Украины.

Многие из тех, кто трудился вместе с Глушковым, стали известными учеными. Рассказ о них выходит за рамки книги. Отметим лишь сотрудников, работавших в его отделе. Бессменный заместитель В.М. Глушкова по отделу, Юлия Владимировна Капитонова, активно участвовала в научных исследованиях, проводимых под руководством Глушкова. В 1965 году она защитила кандидатскую, а в 1976 году — докторскую диссертации. Когда Виктора Михайловича не стало, Юлию Владимировну назначили руководителем отдела. Вместе с коллективом отдела она продолжает и развивает работы, начатые еще при жизни В.М. Глушкова, нашла время и силы сделать очень многое для увековечивания памяти своего учителя. Ежегодно проводит семинары, посвященные его памяти, бережно хранит многие документы и фотографии, связанные с его деятельностью. Вместе с А.А. Летичевским и И.В. Вельбицким оформила комнату-музей В.М. Глушкова. Человек незаурядный, исключительного трудолюбия и высоких способностей, Ю.В. Капитонова проявила себя как достойная ученица и продолжательница дела своего учителя. Она — лауреат премии Ленинского комсомола, Государственной премии СССР, премии Совета Министров СССР и премии имени В.М. Глушкова, Заслуженный деятель науки и техники Украины.

Ученик В.М. Глушкова и его ближайший сподвижник А.А. Летичевский, для которого ученый стал духовным отцом (отец А.А. Летичевского погиб на войне, когда он был шестилетним ребенком), — известный ученый, член-корреспондент АН Украины. Награжден премией имени Ленинского комсомола, удостоен звания лауреата Государственной премии СССР и премии имени В.М. Глушкова. Еще при жизни В.М. Глушкова (с 1980 года) А.А. Летичевский стал руководителем отдела рекурсивных вычислительных машин Института кибернетики АН Украины. Коллектив отдела успешно развивает идеи В.М. Глушкова по созданию новых архитектур ЭВМ следующих поколений и их математического обеспечения.

Одним из первых аспирантов Глушкова был А.А. Стогний. Еще до появления ученого в Киеве он прошел преддипломную практику в бывшей лаборатории Лебедева, работая на МЭСМ. Успешно защитив кандидатскую диссертацию, стал работать в отделе Глушкова.

Выполненные им работы по структуре и математическому обеспечению ЭВМ с интерпретацией входных языков высокого уровня и схемной реализацией средств программного обеспечения были одними из первых в мире. Эти исследования нашли свое воплощение в ЭВМ серии МИР и „Днепр-2“.

В 1968 году А.А. Стогний был назначен заместителем директора Института кибернетики АН Украины. Из группы сотрудников, с которыми он работал, был организован новый отдел, которым он успешно руководил в течение многих лет. В 1970 году он защитил докторскую диссертацию. Был избран членом-корреспондентом АН Украины, а затем АН СССР (теперь России).

Отдел А.А. Стогния вел исследования и разработки в области автоматизированных систем управления, программного обеспечения и информационных систем, систем баз данных и знаний.

Во время болезни Глушкова Стогний был членом „штаба“ помощи ученому, созданному в Москве, и хотя сам был не здоров, делал все, что мог, чтобы облегчить

участь своего учителя.

После смерти В.М. Глушкова он стал директором Института прикладной информатики Киевской городской госадминистрации.

В настоящее время А.А. Стогний — признанный лидер в области интеллектуализации систем баз данных и знаний и систем управления.

Он возглавляет рабочую группу управления данными Всемирной организации компьютерных технологий, комиссию по вычислительной технике Академии наук Украины, руководит Киевским обществом информатики и вычислительной техники. С 1991 года А.А. Стогний является руководителем Украинского отделения по базам данных Всемирной компьютерной ассоциации. Он — лауреат Государственной премии СССР, награжден орденами Трудового Красного Знамени, „Знак Почета“.

Тадеуш Павлович Марьянович начал работу в отделе В.М. Глушкова молодым специалистом. Теперь он доктор технических наук, профессор, член-корреспондент АН Украины, заслуженный деятель науки Украины, руководит отделом методов системного моделирования, где разрабатываются программно-алгоритмические средства имитационного моделирования сложных процессов и систем. Выполненные под его руководством работы получили высокую оценку. Он лауреат Государственной премии СССР, Государственной премии Украины, премии Совета Министров СССР, премии имени В.М. Глушкова, награжден орденом „Знак Почета“. В течение двадцати лет был заместителем В.М. Глушкова по кафедре Московского физико-технического института, организованной по инициативе Глушкова при Институте кибернетики АН Украины.



Глушков не отгораживался стеной от своих учеников, соратников по работе, был добрым семьянином. „Попадая в любую компанию, он всегда становился ее душой, — вспоминает В.М. Глушкова. — Искрящийся юмор делал его особенно привлекательным. Любил петь и знал много песен, особенно певучих украинских „Дивлюсь я на небо“, „Два кольори“, „Реве та стогне Дншр широкий“ и др. Мог в течение многих часов читать стихи наизусть. Единственно, чему он не научился в жизни, так это танцевать. И всегда почему-то смущался и оправдывался.

Самым любимым и единственным отдыхом для него была рыбалка на Днепре. В санаториях он на другой день доставал блокнот, ручку и приступал к работе. На Днепр всегда выезжала мужская компания, в которую входили ученики, молодые ученые, те, кто поверил и пошел с ним в новую область науки. Все они потом выросли в маститых ученых. Капитаном всегда был В.П. Деркач. Среди рыбаков были Т.П. Марьянович, В.А. Тарасов, В.С. Михалевич, А.А. Стогний, Г.М. Добров. Жены приезжали только в



гости. Сколько шуток, юмора, рыбацких рассказов, анекдотов, забавных историй можно было услышать здесь. Песни неслись далеко вдоль Днепра.

Он не мог быть счастливым в одиночку. Если прочитал, узнал что-то интересное, то обязательно спешил поделиться этим. Художественную литературу читал постоянно, несмотря на занятость, и считал, что без этого не мог бы сделать в науке всего того, чего достиг, особенно в математике: художественная литература учит человека мечтать, зарождает в нем фантазию, нужную математику. Старался уделять внимание нашим детям — дочерям Оле и Вере, особенно когда они стали подрастать и становиться личностями. Как жаль, что он не имел времени заняться их воспитанием вплотную, но советы давал часто. Порой мне казалось, что он слишком суров к детям. Он не уставал повторять, что нельзя баловать детей, что они должны научиться преодолевать трудности с детства, и в это время мы можем их подстраховать, но помощь должна быть разумной. Человек всегда должен иметь цель, мечту, к которой должен стремиться, борясь с трудностями, и тогда, достигнув ее, будет испытывать настоящую радость, говорил он. Если дети все имеют, все им доступно, то это вызывает лень ума, развивает слабохарактерность. И всегда возражал против принуждения в занятиях, в учебе, считал, что это наносит вред. Надо детей заинтересовать, тогда не понадобится строгий контроль, они сделают больше и научатся работать. Сейчас наши дети стали взрослыми. У Веры растет славная девочка Виктория. У Оли очень способный, весь в деда сын Виктор“.



## Что скажет история?

Задача построения общегосударственной автоматизированной системы управления (ОГАС) экономикой была поставлена мне первым заместителем Председателя Совета Министров (тогда А.Н. Косыгиным) в ноябре 1962 года. К нему меня привел президент Академии наук СССР М.В. Келдыш, с которым я поделился некоторыми своими соображениями по этому поводу.

Когда я кратко обрисовал Косыгину, что мы хотим сделать, он одобрил наши намерения, и вышло распоряжение Совета Министров СССР о создании специальной комиссии под моим председательством по подготовке материалов для постановления правительства. В эту комиссию, вошли ученые-экономисты, в частности, академик Н.Н. Федоренко, начальник ЦСУ В.Н. Старовский, первый заместитель министра связи А.И. Сергийчук, а также другие работники органов управления.

Комиссии и ее председателю, т. е. мне, были предоставлены определенные полномочия. Они заключались в том, что я имел возможность прийти в любой кабинет — к министру, председателю Госплана — и задавать вопросы или просто сесть в уголке и смотреть, как он работает: что он решает, как решает, по каким процедурам и т. д. Естественно, я получил разрешение ознакомиться по своему выбору с любыми промышленными объектами — предприятиями, организациями и пр.



К этому времени у нас в стране уже имелась концепция единой системы вычислительных центров для обработки экономической информации. Ее выдвинули академик, виднейший экономист В.С. Немчинов и его ученики. Они предложили использовать вычислительную технику, имевшуюся в вычислительных центрах, но не в режиме удаленного доступа. Экономисты, да и специалисты по вычислительной технике этого тогда не знали. Фактически они скопировали предложения, подготовленные в 1955 году Академией наук СССР о создании системы академических вычислительных центров для научных расчетов, в соответствии с которыми был создан Вычислительный центр АН Украины. Они предложили сделать точно то же для экономики: построить в Москве, Киеве, Новосибирске, Риге, Харькове и других городах крупные вычислительные центры (государственные), которые обслуживались бы на должном уровне и куда сотрудники различных экономических учреждений приносили бы свои задачи, считали, получали результаты и уходили. Вот в чем

состояла их концепция. Меня, конечно, она удовлетворить не могла, так как к этому времени мы уже управляли объектами на расстоянии, передавали данные из глубины Атлантики прямо в Киев в вычислительный центр.

У нас в стране все организации были плохо подготовлены к восприятию обработки экономической информации. Вина лежала как на экономистах, которые практически ничего не считали, так и на создателях ЭВМ. В результате создалось такое положение, что у нас органы статистики и частично плановые были снабжены счетно-аналитическими машинами образца 1939 года, к тому времени полностью замененными в Америке на ЭВМ.

Американцы до 1965 года развивали две линии: научных машин (это двоичные машины с плавающей запятой, высокоразрядные) и экономических машин (последовательные двоично-десятичные с развитой памятью и т. д.). Впервые эти две линии соединились в машинах фирмы IBM.

У нас нечему было сливаться, так как существовали лишь машины для научных расчетов, а машинами для экономики никто не занимался. Первое, что я тогда сделал, — попытался заинтересовать конструкторов, в частности Б.И. Рамеева (конструктора ЭВМ „Урал-1“, „Урал-2“) и В.В. Пржиялковского (конструктора ЭВМ серии „Минск“), в необходимости разработки новых машин, ориентированных на экономические применения.

Я организовал коллектив у нас в институте, сам разработал программу по его ознакомлению с задачей, поставленной Косыгиным. Неделю провел в ЦСУ СССР, где подробно изучал его работу. Просмотрел всю цепочку от районной станции до ЦСУ СССР. Очень много времени провел в Госплане, где мне большую помощь оказали старые его работники. Это прежде всего Василий Михайлович Рябиков, первый заместитель председателя Госплана, ответственный за оборонную тематику, И. Спиринов, заведующий сводным сектором оборонных отраслей в Госплане СССР. У обоих был очень большой опыт руководства военной экономикой, и, конечно, они хорошо знали работу Госплана. С их помощью я разобрался со всеми задачами и этапами планирования и возникающими при этом трудностями.

За 1963 год я побывал не менее чем на 100 объектах, предприятиях и организациях самого различного профиля: от заводов и шахт до совхозов. Потом я продолжал эту работу, и за десять лет число объектов дошло почти до тысячи. Поэтому я очень хорошо, возможно, как никто другой, представляю себе народное хозяйство в целом: от низа до самого верха, особенности существующей системы управления, возникающие трудности и что надо считать.

Понимание того, что нужно от техники, у меня возникло довольно быстро. Задолго до окончания ознакомительной работы я выдвинул концепцию не просто отдельных государственных центров, а сети вычислительных центров с удаленным доступом, т. е. вложил в понятие коллективного пользования современное техническое содержание.

Мы (В.М. Глушков, В.С. Михалевич, А.И. Никитин и др. — *Прим, авт.*) разработали первый эскизный проект Единой Государственной сети вычислительных центров ЕГСВЦ, который включал около 100 центров в крупных промышленных городах и центрах экономических районов, объединенных широкополосными каналами связи. Эти центры, распределенные по территории страны, в соответствии с конфигурацией системы объединяются с остальными, занятыми обработкой экономической информации. Их число мы определяли тогда в 20 тысяч. Это крупные

предприятия, министерства, а также кустовые центры, обслуживавшие мелкие предприятия. Характерным было наличие распределенного банка данных и возможность безадресного доступа из любой точки этой системы к любой информации после автоматической проверки полномочий запрашивающего лица. Был разработан ряд вопросов, связанных с защитой информации. Кроме того, в этой двухъярусной системе главные вычислительные центры обмениваются между собой информацией не путем коммутации каналов и коммутации сообщений, как принято сейчас, с разбивкой на письма, я предложил соединить эти 100 или 200 центров широкополосными каналами в обход каналообразующей аппаратуры с тем, чтобы можно было переписывать информацию с магнитной ленты во Владивостоке на ленту в Москве без снижения скорости. Тогда все протоколы сильно упрощаются и сеть приобретает новые свойства. Это пока нигде в мире не реализовано. Наш проект был до 1977 года секретным.

Кроме структуры сети я сразу счел необходимым разработать систему математических моделей для управления экономикой с тем, чтобы видеть регулярные потоки информации. Об этом я рассказал академику В.С. Немчинову, который в то время был тяжело болен и лежал дома, однако принял меня, выслушал и в принципе все одобрил.

Потом я представил нашу концепцию М.В. Келдышу, который все одобрил, за исключением безденежной системы расчетов населения, но без нее система тоже работает. По его мнению, она вызвала бы ненужные эмоции, и вообще не следует это смешивать с планированием. Я с ним согласился, и мы эту часть в проект не включили. В связи с этим мной была написана отдельная записка в ЦК КПСС, которая много раз всплывала, потом опять исчезала, но никакого решения по поводу создания безденежной системы расчетов так и не было принято.

Закончив составление проекта, мы передали его на рассмотрение членам комиссии.

Добиваясь решения огромной по сложности и материальным затратам задачи, В.М. Глушков в 1962 году написал статью для „Правды“.

Прочитав ее, бывший научный руководитель Глушкова по докторской диссертации А.Г. Курош, внимательно следивший за успехами талантливого ученика, написал ему:

„...Мечтая, могу представить себе Вас во главе всесоюзного органа, планирующего и организующего перестройку управления экономикой, т. е. народным хозяйством на базе кибернетики (в соответствии, понятно, с основными установками высших органов страны), а также внедрение кибернетики в промышленность, науку, и, хочу подчеркнуть, в преподавание (на всех уровнях), медицину и вообще во все виды интеллектуальной деятельности. Было бы печально, если бы этот орган оказался министерским или государственным комитетом, т. е. органом бюрократическим. Это должен быть орган высокой интеллектуальности, составленный из людей, способных, каждый в своей области, на такое же понимание больших задач, какое есть, видимо, у Вас по проблеме в целом. Это должен быть орган почти без аппарата, орган мыслителей, а не чиновников. Это лишь мечты, конечно, кроме вопроса о главе этого органа, — Вы могли бы много сделать для реализации этих мечтаний...“

К сожалению, после рассмотрения проекта комиссией от него почти ничего не осталось, вся экономическая часть была изъята, осталась только сама сеть. Изъятые материалы уничтожались, сжигались, так как были секретными. Нам даже не

разрешали иметь копию в институте. Поэтому мы, к сожалению, не сможем их восстановить.

Против всего проекта в целом начал резко возражать В.Н. Старовский, начальник ЦСУ. Возражения его были демагогическими. Мы настаивали на такой новой системе учета, чтобы из любой точки любые сведения можно было тут же получить. А он ссылаясь на то, что ЦСУ было организовано по инициативе Ленина, и оно справляется с поставленными им задачами; сумел получить от Косыгина заверения, что той информации, которую ЦСУ дает правительству, достаточно для управления, и поэтому ничего делать не надо.



В конце концов, когда дошло дело до утверждения проекта, все его подписали, но при возражении ЦСУ. Так и было написано, что ЦСУ возражает против всего проекта в целом.

В июне 1964 года мы вынесли наш проект на рассмотрение правительства. В ноябре 1964 года состоялось заседание Президиума Совета Министров, на котором я докладывал об этом проекте. Естественно, я не умолчал о возражении ЦСУ. Решение было такое поручить доработку проекта ЦСУ, подключив к этому Министерство радиопромышленности.

В течение двух лет ЦСУ сделало следующую работу. Пошли снизу, а не сверху: не от идеи, что надо стране, а от того, что есть. Районным отделениям ЦСУ Архангельской области и Каракалпакской АССР было поручено изучить потоки информации — сколько документов, цифр и букв поступает в районное отделение ЦСУ от предприятий, организаций и т. д.

По статистике ЦСУ, при обработке информации на счетно-аналитических машинах на каждую вводимую цифру или букву приходится 50 сортировочных или арифметических операций. Составители проекта с важным видом написали, что когда будут использоваться электронные машины, операций будет в десять раз больше. Почему это так, одному Господу Богу известно. Потом взяли количество всех бумажек, умножили на 500 и получили производительность, требуемую от ЭВМ, которую надо, например, установить в Архангельске и в Нукусе (в Каракалпакской АССР). И у них получились смехотворные цифры: скорость вычислений ЭВМ должна составлять около 2 тысяч операций в секунду или около того. И все. Вот в таком виде подали проект в правительство.

Снова была создана комиссия по приемке, меня хотели сделать председателем, но я отказался по этическим соображениям. С этим согласились. После ознакомления членов комиссии с проектом возмутились представители Госплана, которые заявили, что они не все концепции академика Глушкова разделяют, но в его проекте хотя бы было планирование, а в этом одна статистика. Комиссия практически единогласно

отвергла этот проект, за исключением меня. Я предложил, учитывая жизненную важность этого дела для страны, признать проект неудовлетворительным, но перейти к разработке технического проекта, поручив это Министерству радиопромышленности, Академии наук СССР, Госплану. С этим не согласились, мое предложение записали как особое мнение и поручили Госплану делать заново эскизный проект.

Госплан потребовал на это два года, а был уже 1966-й. До 1968 года мусолили-мусолили, но абсолютно ничего не сделали. И вместо эскизного проекта подготовили распоряжение Совета Министров СССР о том, что, поскольку очень мудро ликвидировали совнархозы и восстановили отраслевой метод управления, то теперь не о чем заботиться. Нужно, чтобы все министерства создали отраслевые системы, а из них автоматически получится общегосударственная система. Все облегченно вздохнули — ничего делать не надо, и такое распоряжение было отдано. Получился ОГАС — сборная солянка.

В.М. Глушкова вспоминает, что не раз, возвращаясь из Москвы, муж говорил: ужасно угнетает мысль, что никому ничего не нужно.

В эти годы под стекло на столе Глушкова в его домашнем кабинете, к ранее подsunутой записке легла еще одна:

„Сто раз я клятву говорил такую:  
Сто лет в темнице лучше протоскую,  
Сто гор скорее в ступе истолку я,  
Чем истину тупице растолкую“.

*Бахвалан Махмуд*

Но дело было не столько в „тупицах“, сколько в сознательной дискредитации идей ученого.

Начиная с 1964 года (времени появления моего проекта) против меня стали открыто выступать ученые-экономисты Либерман, Белкин, Бирман и другие, многие из которых потом уехали в США и Израиль. Косыгин, будучи очень практичным человеком, заинтересовался возможной стоимостью нашего проекта. По предварительным подсчетам его реализация обошлась бы в 20 миллиардов рублей. Основную часть работы можно сделать за три пятилетки, но только при условии, что эта программа будет организована так, как атомная и космическая. Я не скрывал от Косыгина, что она сложнее космической и атомной программ вместе взятых и организационно гораздо труднее, так как затрагивает все и всех: и промышленность, и торговлю, планирующие органы, и сферу управления, и т. д. Хотя стоимость проекта ориентировочно оценивалась в 20 миллиардов рублей, рабочая схема его реализации предусматривала, что вложенные в первой пятилетке первые 5 миллиардов рублей в конце пятилетки дадут отдачу более 5 миллиардов, поскольку мы предусмотрели самокупаемость затрат на программу. А всего за три пятилетки реализация программы принесла бы в бюджет не менее 100 миллиардов рублей. И это еще очень заниженная цифра.

Но наши горе-экономисты сбили Косыгина с толку тем, что, дескать, экономическая реформа вообще ничего не будет стоить, т. е. будет стоить ровно столько, сколько стоит бумага, на которой будет напечатано постановление Совета Министров, и даст в результате больше. Поэтому нас отставили в сторону и, более того, стали относиться с настороженностью. И Косыгин был недоволен. Меня вызвал Шелест и сказал, чтобы я временно прекратил пропаганду ОГАС и занялся системами нижнего уровня.

Вот тогда мы и начали заниматься „Львовской системой“. Дмитрий Федорович Устинов пригласил к себе руководителей оборонных министерств и дал им команду делать все, что говорит Глушков. Причем с самого начала было предусмотрено, чтобы системы делались для всех отраслей сразу, т. е. какой-то зачаток общегосударственности был.

Устинов дал команду, чтобы никого из экономистов не пускали на предприятия. Мы могли спокойно работать. И это сэкономило нам время, дало возможность подготовить кадры. Для выполнения работы был создан ряд новых организаций — институт Шихаева, институт Данильченко и др. — во всех отраслях по институту. Расставили людей и начали потихоньку работать. А Институт кибернетики АН Украины переключился в основном сначала на „Львовскую“, а потом на „Кунцевскую“ системы — занялись „низом“, так сказать.

Для руководства работой в оборонном комплексе был создан межведомственный комитет (МВК) девяти отраслей под руководством министра радиопромышленности П.С. Плешакова и совет директоров головных институтов (СДГИ) оборонных отраслей по управлению, экономике и информатике под руководством Юрия Евгеньевича Антипова, члена военно-промышленной комиссии ВПК. Научным руководителем комитета и совета был В.М. Глушков.

Вспоминая об этом времени, Ю.Е. Антипов пишет:

„Начиная с 1966 г. работа велась таким образом: сначала проблема, связанная с созданием той или иной автоматизированной системы, обсуждалась на СДГИ, потом рассматривалась на МВК, а на заседании ВПК принималось окончательное решение.

По этой схеме реализовались основные идеи, высказанные Глушковым: разработка типовых систем для предприятий и отрасли, создание программных методов планирования и управления, переход к системному проектированию средств передачи и обработки информации, развитие инфраструктур информационной индустрии, проблемы моделирования и управления и др. Я думаю, что В.М. Глушкову повезло в том, что в „оборонке“ нашлись силы для реализации его идей“.

Нашлись они и на Украине. По инициативе Виктора Михайловича решением правительства Украины в Госплане УССР был создан в 1971 г. специальный отдел с достаточно широкими полномочиями, возглавить который был приглашен с одобрения академика Глушкова М.Т. Матвеев. В настоящее время он директор Головного НИИ по проблемам информатики Министерства экономики Украины, доктор экономических наук. Практически это был опорный отдел Глушкова, который, функционируя в Госплане УССР, стал проводником его научной политики. С такой мощной основой отделу удалось в кратчайший срок наладить процесс планомерного внедрения компьютерных технологий в народное хозяйство и начать проектирование и практическое осуществление проектов РАСУ и РСВЦ на Украине. Многие годы до

смерти Виктора Михайловича Украина в СССР занимала лидирующие позиции по всей проблематике.

„Роль и заслуги Виктора Михайловича в этом трудно переоценить, — вспоминает о том памятном времени М.Т. Матвеев. — Высокая эффективность работы всех причастных к процессу компьютеризации обуславливалась тем, что Виктор Михайлович любые вопросы разрешал в реальном времени, без задержек; понимание проблематики и способность нахождения путей реализации казалось бы неразрешимых вопросов в реальных условиях у академика были потрясающими: многодневных и многомесячных ожиданий аудиенций у Виктора Михайловича не практиковалось. Он активно и результативно защищал интересы сферы компьютеризации на самом высоком государственном уровне. Виктор Михайлович был единственным в этом плане не только на Украине, но и в СССР. Подтверждением этому является образовавшийся и усиливающийся застой в этой важнейшей области после его ухода. Я не могу назвать ни одного сколь-нибудь серьезного государственного акта, принятого с тех пор, который бы вдохнул новую жизнь в начатое им дело. Мы, его ученики и единомышленники, хотя и старались в память о нем продвигать дальше его идеи и замыслы, часто, очень часто ощущали невосполнимую его потерю. Глубоко убежден, что он нашел бы выход из сложившейся сейчас совершенно нелогичной и необъяснимой кризисной и опасной ситуации“.

Действительно, в многочисленных научных и публицистических статьях и монографиях В.М. Глушкова высказывалось и разрабатывалось множество идей по совершенствованию системы государственного управления, в частности, созданию более совершенных по сравнению с существующими способов регулирования производственных и социальных процессов, пересмотру разного рода нормативов и разработке механизмов их объективного формирования, созданию технической базы согласования производственных программ в масштабе всей страны, обеспечению руководителей инструментарием для формирования, моделирования и оценки последствий принятых решений (система Дисплан, А.А. Бакаев), по использованию более справедливых распределительных механизмов, созданию такой системы учета, при которой выявлялись бы источники нетрудовых доходов, внедрению системы безденежных расчетов для всего населения и пр. Многие из этих идей, казавшихся в его время слишком революционными, сегодня приобрели новое актуальное звучание.

В конце 60-х годов в ЦК КПСС и Совете Министров СССР появилась информация о том, что американцы еще в 1966 году сделали эскизный проект информационной сети (точнее, нескольких сетей), т. е. на два года позже нас. В отличие от нас они не спорили, а делали, и на 1969 год у них был запланирован пуск сети АРПАНЕТ, а затем СЕЙБАР-ПАНЕТ и др., объединяющих ЭВМ, которые были установлены в различных городах США.

Тогда забеспокоились и у нас. Я пошел к Кириленко и передал ему записку о том, что надо возвратиться к тем идеям, которые были в моем проекте. „Напиши, что надо делать, создадим комиссию“, — сказал он. Я написал примерно такое „Единственное, что прошу сделать, — это не создавать по моей записке комиссию, потому что практика показывает, что комиссия работает по принципу вычитания умов, а не сложения, и любое дело способна загубить“. Но тем не менее комиссия была создана. Председателем назначили В.А. Кириллина (председателя ГКНТ), а меня заместителем.



Комиссия была еще более высокого уровня — с участием министра финансов, министра приборостроения и др. Она должна была подготовить проект решения по созданию ОГАС. И мы должны были вынести эти материалы на рассмотрение Политбюро ЦК КПСС, а Политбюро уже решало, что пойдет на съезд.

Работа началась. И тут я основное внимание уделил уже не столько сути дела, поскольку в проекте она содержалась, сколько механизму реализации ОГАС.

Дело в том, что у Королева или Курчатова был шеф со стороны Политбюро, и они могли прийти к нему и сразу решить любой вопрос. Наша беда была в том, что по нашей работе такое лицо отсутствовало. А вопросы были здесь более сложные, потому что затрагивали политику, и любая ошибка могла иметь трагические последствия. Поэтому тем более была важна связь с кем-то из членов Политбюро, потому что это задача не только научно-техническая, но прежде всего политическая.

Мы предусматривали создание Государственного комитета по совершенствованию управления (Госкомупра), научного центра при нем в составе 10–15 институтов, причем институты уже почти все существовали в то время — нужно было создать заново только один, головной. Остальные можно было забрать из отраслей или Академии наук или частично переподчинить. И должен быть ответственный за все это дело от Политбюро.

Все шло гладко, все соглашались. В это время у же-был опубликован проект директив XXVI съезда, включавший все наши формулировки, подготовленные на комиссии.

На Политбюро дважды рассматривался наш вопрос. На одном заседании была рассмотрена суть дела, с ней согласились и сказали, что ОГАС надо делать. А вот как делать — Госкомупр-ли или что-то другое, — это вызвало споры.

Мне удалось „додавить“ всех членов комиссии, один Гарбузов не подписал наши предложения. Но мы все-таки внесли их на Политбюро.

А когда мы пришли на заседание (а оно, кстати, проходило в бывшем кабинете Сталина), то Кириллин мне шепнул: что-то, мол, произошло, но что — он не знает. Вопрос рассматривался на заседании, без Генерального секретаря (Брежнев уехал в Баку на празднование 50-летия советской власти в Азербайджане), Косыгина (он был в Египте на похоронах АЛасера). Вел заседание Суслов. Вначале предоставили слово Кириллину, потом мне. Я выступил коротко, но вопросов было задано очень много. Я ответил на все. Потом были приглашены заместители Косыгина, выступил Байбаков. Он сказал так: „Смирнов поддержал, и, в общем, все зампреды поддержали наши предложения. Я слышал, что здесь есть возражения у товарища Гарбузова. (министра финансов — *Прим. авт.*). Если они касаются увеличения аппарата, то я считаю дело настолько важным, что если Политбюро только в этом усматривает трудность, то пусть мне дадут поручение, как председателю Госплана, и я внесу предложение о ликвидации трех министерств (сократить или объединить) и тогда найдется штат для этого дела“.

К.Б. Руднев (министр ПСА и СУ. — *Прим. авт.*) откололся. Он, хотя и подписал наш документ, но здесь выступил и сказал, что это, может, преждевременно — как-то так.

Гарбузов выступил так, что сказанное им годится для анекдота. Вышел на трибуну и обращается к Мазурову (он тогда был первым заместителем Косыгина). Вот, мол, Кирилл Трофимович, по вашему поручению я ездил в Минск, и мы осматривали

птицеводческие фермы. И там на такой-то птицеводческой ферме (назвал ее) птичницы сами разработали вычислительную машину.

Тут я громко засмеялся. Он мне погрозил пальцем и сказал: „Вы, Глушков, не смейтесь, здесь о серьезных вещах говорят“. Но его Суслов перебил: „Товарищ Гарбузов, вы пока еще тут не председатель, и не ваше дело наводить порядок на заседании Политбюро“. А он — как ни в чем не бывало, такой самоуверенный и самовлюбленный человек, продолжает: „Три программы выполняет: включает музыку, когда курица снесла яйцо, свет выключает и зажигает и все такое прочее. На ферме яйценоскость повысилась“. Вот, говорит, что нам надо делать: сначала все птицефермы в Советском Союзе автоматизировать, а потом уже думать про всякие глупости вроде общегосударственной системы. (А я, правда, здесь засмеялся, а не тогда.) Ладно, не в этом дело.

Было вынесено контрпредложение, которое все снижало на порядок: вместо Госкомупра — Главное Управление по вычислительной технике при ГКНТ, вместо научного центра — ВНИИПОУ и т. д. А задача оставалась прежней, но она техницизировалась, т. е. изменялась в сторону Государственной сети вычислительных центров, а что касалось экономики, разработки математических моделей для ОГАС и т. д. — все это смазали.

Под конец выступает Суслов и говорит: „Товарищи, может быть, мы совершаем сейчас ошибку, не принимая проект в полной мере, но это настолько революционное преобразование, что нам трудно сейчас его осуществить. Давайте пока попробуем вот так, а потом будет видно, как быть“. И спрашивает не Кириллина, а меня: „Как вы думаете?“. А я говорю: „Михаил Андреевич, я могу вам только одно сказать: если мы сейчас этого не сделаем, то во второй половине 70-х годов советская экономика столкнется с такими трудностями, что все равно к этому вопросу придется вернуться“. Но с моим мнением не посчитались, приняли контрпредложение.

Ну, и работа закрутилась. Да, а тогда, когда создавалась моя первая комиссия в 1962 году, то одновременно в ГКНТ было создано Главное управление по вычислительной технике. Оно проработало два с лишним года, а потом, когда восстановили министерства и образовалось министерство Руднева, то управление в 1966 году ликвидировали и Руднев забрал оттуда людей к себе в Министерство приборостроения и средств автоматизации. А теперь его воссоздали заново.

Где-то в ноябре меня приглашает Кириленко. Я пришел в его приемную на Старой площади без двух минут десять. Там сидел наш ракетный министр С.А. Афанасьев, которого вызвали на 10.10. Спрашивает меня: „У вас короткий вопрос?“ А я ему отвечаю, что не знаю, зачем меня позвали.



Захожу первым. Встает Андрей Павлович, поздравляет и говорит: „Назначаешься первым заместителем Кириллина (на то место, которое занимает сейчас Д.Г. Жимерин). Я уже согласовал это с Леонидом Ильичом, он спросил — может, ему поговорить с тобой, но я ответил — не надо, я сам все улажу“. „Андрей Павлович, — отвечаю я ему, — а вы со мной предварительно поговорили на эту тему? А может, я не согласен? Вы же знаете, что я возражал, я считаю, что, в том виде, как оно сейчас принято, решение способно только исказить идею, ничего из этого не получится. И если я приму ваше предложение, то виноваты будем мы с вами: я внес предложение, вы поддержали, меня назначили, дали, вроде, в руки все, — а ничего нет. Вы — умный человек, понимаете, что с таких позиций даже простую ракету сделать нельзя, не то что построить новую экономическую систему управления государством“.

Сели мы, и начал он меня уговаривать. Мол, вы меня ставите в неудобное положение перед Леонидом Ильичом, я ему сказал, что все улажено. А я не поддаюсь. Тогда он перешел на крепкие слова и выражения, а я — все равно. Потом опять на мягкие, опять на крепкие. В общем, в час с лишним он меня отпустил. Так мы ни о чем и не договорились. Он даже не попрощался со мной, и мы до XXIV съезда с ним, когда встречались, не здоровались и не разговаривали.

Позднее отношения восстановились. А тогда он своего друга Жиме-рина предложил заместителем Кириллина. А я согласился быть научным руководителем ВНИИПОУ.

Тем временем началась вакханалия в западной прессе. Вначале фактически никто ничего не знал о наших предложениях, они были секретными. Первый документ, который появился в печати, — это был проект директив XXIV съезда, где было написано об ОГАС, ГСВЦ и т. д. Первыми заволновались американцы. Они, конечно, не на войну с нами делают ставку — это только прикрытие, они стремятся гонкой вооружений задавить нашу экономику, и без того слабую. И, конечно, любое укрепление нашей экономики — это для них самое страшное из всего, что только может быть. Поэтому они сразу открыли огонь по мне из всех возможных калибров. Появились сначала две статьи: одна в „Вашингтон пост“ Виктора Зорзы, а другая — в английской „Тардиан“. Первая называлась «Перфокарта управляет Кремлем» и была рассчитана на наших руководителей. Там было написано следующее: «Царь советской кибернетики академик В.М. Глушков предлагает заменить кремлевских руководителей вычислительными машинами». Ну и так далее, низкопробная статья.

Статья в «Гардиан» была рассчитана на советскую интеллигенцию. Там было сказано, что академик Глушков предлагает создать сеть вычислительных центров с банками данных, что это звучит очень современно, и это более передовое, чем есть сейчас на Западе, но делается не для экономики, а на самом деле это заказ КГБ, направленный на то, чтобы упрятать мысли советских граждан в банки данных и следить на каждом человеком.

Эту вторую статью все «голоса» передавали раз пятнадцать на разных языках на Советский Союз и страны социалистического лагеря.

Потом последовала целая серия перепечаток этих грязных пасквилей в других ведущих капиталистических газетах — и американских, и: западноевропейских, и серия новых статей. Тогда же начали случаться странные вещи. В 1970 году я летел из Монреаля в Москву самолетом Ил-62. Опытный летчик почувствовал что-то неладное,

когда мы летели уже над Атлантикой, и возвратился назад. Оказалось, что в горячее что-то подсыпали. Слава Богу, все обошлось, но так и осталось загадкой, кто и зачем это сделал. А немного позже в Югославии на нашу машину чуть не налетел грузовик, — наш шофер чудом сумел увернуться.

И вся наша оппозиция, в частности экономическая, на меня ополчилась. В начале 1972 года в «Известиях» была опубликована статья «Уроки электронного бума», написанная Мильнером, заместителем Г. А. Арбатова — директора Института Соединенных Штатов Америки. И ней он пытался доказать, что в США спрос на вычислительные машины упал. В ряде докладных записок в ЦК КПСС от экономистов, побывавших в командировках в США, использование вычислительной техники для управления экономикой приравнивалось к моде на абстрактную живопись. Мол капиталисты покупают машины только потому, что это модно, дабы не показаться несовременными.

Это все дезориентировало руководство.

Да, я забыл сказать, что еще способствовало отрицательному решению по нашему предложению. Дело в том, что Гарбузов сказал Косыгину, что Госкомупр станет организацией, с помощью которой ЦК КПСС будет контролировать, правильно ли Косыгин и Совет Министров в целом управляют экономикой. И этим настроил Косыгина против нас, а раз он возражал, то, естественно, предложение о Госкомупре не могло быть принято. Но это стало известно мне года через два.

А дальше была предпринята кампания на переориентацию основных усилий и средств на управление технологическими процессами. Этот удар был очень точно рассчитан, потому что и Кириленко, и Леонид Ильич — технологи по образованию, поэтому это им было близко и понятно.

В 1972 году состоялось Всесоюзное совещание под руководством Л.П. Кириленко, на котором главный крен был сделан в сторону управления технологическими процессами с целью замедлить работы по АСУ, а АСУ ТП дать полный ход.

Отчеты, которые направлялись в ЦК КПСС, явились, по-моему, умело организованной американским ЦРУ кампанией дезинформации против попыток улучшения нашей экономики. Они правильно рассчитали, что такая диверсия — наиболее простой способ выиграть экономическое соревнование, дешевый и верный. Мне удалось кое-что сделать, чтобы противодействовать этому. Я попросил нашего советника по науке в Вашингтоне составить доклад о том, как «упала» популярность машин в США на самом деле, который бывший посол Добрынин прислал в ЦК КПСС. Такие доклады, особенно посла ведущей державы, рассылались всем членам Политбюро и те их читали. Расчет оказался верным, и это немного смягчило удар. Так что полностью ликвидировать тематику по АСУ не удалось.

«ОГАС погас!» — злословили враги ученого и в СССР и за рубежом.

И все-таки старания Глушкова не пропали даром. Косыгин как-то спросил его: а можно ли увидеть что-нибудь из того, о чем вы постоянно говорите? Глушков порекомендовал ознакомиться с тем, что сделано в оборонной промышленности, в частности, в институте, руководимом И.А. Данильченко, который был тогда главным конструктором по АСУ и внедрению вычислительной техники в оборонную промышленность. Глушков был научным руководителем этих работ и был уверен, что они произведут на Косыгина большое впечатление.

О том, что председатель Совета Министров собирается посетить институт, Данильченко узнал от министра оборонной промышленности С.А. Зверева, позвонившего ему накануне визита. В это время Глушкова в Москве не было. И хотя Данильченко считал, что высоких гостей должен принимать научный, руководитель, он уже не смог ничего сделать. Пришлось ограничиться разговором с Глушковым по телефону.

В десять часов утра в институт приехал Косыгин, министр обороны Устинов, министры основных отраслей промышленности. (Далее я рассказываю со слов Данильченко). Визит длился день — до одиннадцати часов ночи. Данильченко рассказал гостям о типовой АСУ для оборонных предприятий, о только что созданной сети передачи данных, об использовании вычислительной техники на предприятиях оборонных отраслей. Все шло «гладко», чувствовалось, что посетители довольны увиденным и услышанным. Когда визит близился к концу (было девять часов вечера) и, казалось, что он благополучно закончится, Косыгин неожиданно сказал:

— По имеющимся сведениям, в одной из ведущих западных стран подготовлен доклад о производстве и применении вычислительной техники в СССР. Там сказано, что машин у нас меньше и они хуже и в то же время недоиспользуются. Почему это происходит? И правильно ли это?

Данильченко понимал, как много зависит от того, что он скажет, и, пытаясь собраться с мыслями, вспомнил совет Глушкова: в любых ситуациях говорить только правду! — Да! Все это верно! — ответил он. — Причины? — резко спросил Косыгин. — Не соблюдается основной принцип руководителя, выдвинутый академиком Глушковым, — принцип первого лица! Руководители страны психологически не воспринимают ЭВМ, и это самым отрицательным образом влияет на развитие и использование вычислительной техники в стране!

Косыгин внимательно слушал, остальные молчали, поглядывая то на председателя Совета Министров, то на ответчика. Данильченко — по званию он был генералом, — словно рапортуя, продолжал: — Главная задача — преодолеть психологический барьер в высшей сфере руководства. Иначе ни Глушков, ни я, никто другой ничего не сделает. Надо обучить верхние эшелоны власти вычислительной технике, показать ее возможности, повернуть руководителей лицом к новой технике. Академик Глушков писал об этом в ЦК КПСС и Совет Министров СССР, но безрезультатно. Он просил меня сказать об этом!

А.Н. Косыгин спокойно выслушал глубоко взволнованного Данильченко и, не подводя никаких итогов, попрощался и уехал, захватив с собой министра оборонной промышленности Зверева. Остальные решили подождать каких-либо известий о реакции Косыгина.

В половине двенадцатого ночи позвонил Зверев и попросил к телефону Устинова. — Косыгин очень доволен встречей, — сказал он, — теперь будут большие перемены!

И они действительно начались. Вначале была организована, специальная школа, преобразованная через три месяца в Институт управления народным хозяйством.

В первом составе слушателей были союзные министры, во втором — министры союзных республик, после них — их заместители и другие ответственные лица. Лекции на первом потоке открыл Косыгин. Он же присутствовал на выпуске слушателей

школы, которым, кстати сказать, пришлось сдавать настоящие экзамены. Лекции читались Глушковым, другими ведущими учеными страны.

И дело пошло! Принцип «первого лица» Глушкова сработал!

Министры, разобравшись, в чем дело, сами стали проявлять инициативу. Много было сделано. Но когда Косыгина не стало, «принцип первого лица» снова сработал, на этот раз в обратную сторону.

Во время подготовки XXV съезда КПСС была предпринята попытка вообще изъять слово «ОГАС» из проекта решения. Я написал записку в ЦК КПСС, когда был уже опубликован проект «Основных направлений», и предложил создавать отраслевые системы управления с последующим объединением их в ОГАС. И это было принято.

При подготовке XXVI съезда было то же самое. Но мы лучше подготовились: передали материалы в комиссию, которая составляла речь Брежнева (отчетный доклад). Я заинтересовал почти всех членов комиссии, самый главный из тех кто готовил речь, — Цуканов — съездил в институт к Данильченко, после чего он обещал наши предложения проталкивать. Вначале хотели их включить в речь Брежнева на Октябрьском (1980) пленуме ЦК КПСС, потом пытались включить в отчетный доклад, но он оказался и так слишком длинным, пришлось многое выкинуть. Тем не менее в отчетном докладе про вычислительную технику было сказано больше, чем хотели вначале.

Мне посоветовали развернуть кампанию за создание ОГАС в «Правде». Редактор этой газеты, бывший управленец, меня поддержал. И то, что моей статье дали заголовок «Дело всей страны» (статья в «Правде» называлась «Для всей страны». — *Прим. авт.*), вряд ли было случайностью. «Правда» — орган ЦК КПСС, значит, статью там обсуждали и одобрили...

Рассказ об ОГАС был записан дочерью Ольгой 11 января 1982 года. После статьи в газете «Правда» у ученого появилась надежда, что ОГАС, наконец, станет делом всей страны. Не это-ли заставило тяжелобольного человека держаться и диктовать последние строки?

В этот день к нему в реанимационную палату пришел помощник министра обороны СССР Устинова и спросил — не может ли министр чем-либо помочь?

Ученый, только что закончивший рассказ о своем «хождении по мукам», не мог не помнить о той стене бюрократии и непонимания, которую так и не сумел протаранить, пытаясь «пробить» ОГАС. «Пусть придет танк!» — гневно ответил он, обложенный трубками и проводами от приборов, поддерживающих едва теплящуюся жизнь. Мозг его был ясен<sup>^</sup> и в эти тяжелые минуты, но терпению переносить душевные и физические муки уже приходил конец...

История подтвердила, что слова В.М. Глушкова о том, что советская экономика в конце 70-х годов столкнется с огромными трудностями, оказались пророческими.

До конца жизни он оставался верным своей идее создания ОГАС, реализация которой могла бы спасти хиреющую экономику. Может, он был безнадежным мечтателем? Ученым-романтиком? История еще скажет свое последнее слово. Отметим лишь, что «отрицатели» его идей на Западе пошли его путем и сейчас не стесняются ссылаться на то, что осуществляют его замыслы. Выходит, прав был ученый, говоря о причинах обрушившейся на него критики в зарубежных средствах информации!

Его рассказ о борьбе за создание ОГАС — это обвинительный акт в адрес руководителей государства, не сумевшим в полной мере использовать могучий талант

ученого. Если бы только Глушкова! Нет сомнения, что это одна из важных причин, по которым великая страна споткнулась на пороге XXI века, надолго лишив миллионы людей уверенности в завтрашнем дне, в достойном будущем своих детей, веры в то, что они жили, живут и будут жить не зря.

«Наличие планового хозяйства в бывшем СССР позволило создать самую эффективную систему управления экономикой. Понимая это, В.М. Глушков и сделал ставку на ОГАС. По оценке специалистов, существовавшая в СССР система управления была втрое дешевле американской, когда США имели такой же валовой национальный продукт. Неприятие ОГАС было стратегической ошибкой нашего руководства, нашего общества, так как создание ОГАС давало уникальную возможность объединить информационную и телекоммуникационную структуру в стране в единую систему, позволявшую на новом научно-техническом уровне решать вопросы экономики, образования, здравоохранения, экологии, сделать доступными для всех интегральные банки данных и знаний по основным проблемам науки и техники, интегрироваться в международную информационную систему.

Реализацию ОГАС в годы жизни В.М. Глушкова могла бы вывести страну на новый уровень развития, соответствующий постиндустриальному обществу.

Помешали созданию ОГАС некомпетентность высшего звена руководства, нежелание среднего бюрократического звена работать под жестким контролем и на основе объективной информации, собираемой и обрабатываемой с помощью ЭВМ, неготовность общества в целом, несовершенство существовавших в то время технических средств, непонимание, а то и противодействие ученых экономистов новым методам управления». (Из письма, полученного автором от Ю.Е. Антипова.)

Можно соглашаться и не соглашаться с одним из ярких представителей командно-административной системы, сторонника Глушкова в борьбе за ОГАС, но ясно одно: Глушков был безусловно прав, ставя задачу информатизации и компьютеризации страны. Но в тех условиях он не мог что-либо сделать без крупномасштабного решения правительства и ЦК КПСС, которое и стало барьером на его пути. Ясно и то, что ученый опередил время: государство и общество не были готовы к восприятию ОГАС. Это обернулось трагедией для ученого, не желавшего смириться с непониманием того, что для него было абсолютно очевидным.

Утром 30 января на глазах у находившихся в палате И.А. Данильченко и Ю.А. Михеева голубые всплески на экране монитора, фиксировавшего работу сердца, вдруг исчезли, их сменила прямая линия, — сердце ученого перестало биться...

Для заключительной оценки личности В.М. Глушкова лучше всего подходят слова президента Национальной академии наук Украины Б.Е. Патона:

«В.М. Глушков — блестящий, истинно выдающийся ученый современности, внесший огромный вклад в становление кибернетики и вычислительной техники в Украине и бывшем Советском Союзе, да и в мире в целом.



В.М. Глушков как мыслитель отличался широтой и глубиной научного видения, своими работами предвосхитил многое из того, что сейчас появилось в информатизированном западном обществе.

Виктор Михайлович обладал огромными разносторонними знаниями, а его эрудиция просто поражала всех с ним соприкасавшихся. Вечный поиск нового, стремление к прогрессу в науке, технике, обществе были замечательными его чертами.

В.М. Глушков был подлинным подвижником в науке, обладавшим гигантской работоспособностью и трудолюбием. Он щедро делился своими знаниями, идеями, опытом с окружающими его людьми.

В.М. Глушков внес большой вклад в развитие АН Украины, будучи с 1962 года ее вице-президентом. Он существенно влиял на развитие научных направлений, связанных с естественными и техническими науками. Велик его вклад в компьютеризацию и информатизацию науки, техники, общества.

Виктора Михайловича смело можно отнести к государственным деятелям, отдававшим всего себя служению Отечеству, своему народу. Его знали и уважали люди во всех уголках Советского Союза. Он не жалел сил для пропаганды достижений науки, научно-технического прогресса, общался с учеными многих зарубежных стран. Его работы и достижения руководимого им Института кибернетики АН Украины были хорошо известны за рубежом, где он пользовался заслуженным авторитетом.

Хорошо понимая значение укрепления обороноспособности своей страны, В.М. Глушков вместе с руководимым им институтом выполнил большой комплекс работ оборонного значения. И здесь он всегда вносил свое, новое, преодолевая многочисленные трудности, а иногда и простое непонимание. Он действительно болел за страну, ей и науке отдал свою замечательную жизнь».



## Флагману кибернетики — большого плавания!

Директором осиротевшего института был назначен Владимир Сергеевич Михалевич, бывший первый заместитель В.М. Глушкова.



Глушков высоко ценил Михалевича за его блестящие математические способности, широкий кругозор, умение работать с людьми.

Михалевич начал работу в отделе Глушкова, затем стал заведующим отдела экономической кибернетики Вычислительного центра АН Украины, а с 1962 г. — первым заместителем директора.

Им опубликовано более двухсот научных работ по информатике, теоретической, экономической кибернетике, теории оптимальных решений и численным методам оптимизации. Он стал известен в стране и за рубежом как руководитель украинской школы оптимизации, является председателем Совета Международного института прикладного системного анализа (Австрия). О его плодотворной деятельности говорят полученные им награды: премия АН Украины имени Н.М. Крылова, Государственная премия Украины, Государственная премия СССР, премия Совета Министров СССР, премия АН Украины имени РМ. Глушкова. Он награжден орденами Трудового Красного Знамени, Октябрьской революции, орденом Кирилла и Мефодия.

Под руководством нового директора в Институте кибернетики имени В.М. Глушкова АН Украины продолжались работы по созданию и эффективному использованию современной вычислительной техники в решении крупных комплексных проблем информатики и автоматизации на Украине.

Была завершена работа по созданию макроконвейерной ЭВМ (В.М. Глушков, В.С. Михалевич, Ю.В. Капитонова, А.А. Летичевский, С.Б. Погребинский и др.). В 1986 году многие ученые и инженеры института активно участвовали в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС и продолжают эту работу в настоящее время. Была создана специальная ситуационная комната с большим экраном, управляемым от уникальной мегамини-ЭВМ «Дельта», с помощью которой оценивалась миграция радионуклидов в бассейне Днепра (В.С. Михалевич, А.А. Морозов, М.И. Дианов, В.И. Дианов, Ю.И. Самойленко, Н.Д. Чепурной и др.). Для авиационного завода в Ульяновске разработана и введена в эксплуатацию одна из самых сложных и совершенных в бывшем Советском Союзе систем управления производством (В.Л. Скурихин, А.А. Морозов и др.). В Верховном Совете Украины смонтирована и прекрасно работает электронная система для подсчета результатов голосования. На Киевском заводе им. Петровского запущена гибкая автоматическая линия — технологический робот (А.А. Морозов и др.). Все работы — а их очень много — я не буду перечислять. Это не входит в мою задачу, хочу сказать о другом, очень важном в наше переменчивое время.

Колоссальное разнообразие областей применения ЭВМ привело к расчленению кибернетики на более узкие направления — информатику, теорию искусственного интеллекта, робототехнику и др. В.М. Глушков предвидел этот процесс и всячески содействовал ему, понимая, что кибернетика, как и всякая новая наука, пройдя стадию общего развития, переродится в семейство взаимосвязанных более узконаправленных наук.



Не случайно в середине 70-х годов у него возникла мысль развернуть Институт кибернетики в Кибернетический центр АН Украины, состоящий из нескольких институтов: теоретической кибернетики, вычислительной техники, технической кибернетики, учебного центра, нескольких конструкторских бюро и опытного завода микроэлектроники. Тогда этот замысел не был осуществлен.

В 1993 году идея Глушкова была реализована — создан Кибернетический центр в составе Института кибернетики имени В.М. Глушкова, Института проблем математических машин и систем, Института программных систем, Учебного центра и Опытного производства. Генеральным директором центра назначен В.С. Михалевич.

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова является головной организацией Кибернетического центра и состоит из четырех отделений: математической кибернетики и математического обеспечения, вычислительной техники и микроэлектроники, систем управления, информационных технологий и систем.

Сейчас в Кибернетическом центре работает более ста докторов наук, более полутысячи кандидатов наук, многие сотни высококвалифицированных инженеров, техников, лаборантов.

Даже краткое перечисление подразделений Кибернетического центра показывает его уникальность и огромные потенциальные возможности для дальнейшего развития информатики и вычислительной техники — наиболее актуальных направлений современной науки.

Казалось бы, мечта В.М. Глушкова осуществилась и остается пожелать флагману кибернетики на Украине — единственному в Европе и в мире Кибернетическому центру — большого плавания!

А меня не покидает чувство тревоги. Заботы о разрушающейся экономике все больше и больше отодвигают на задний план вопросы информатизации и компьютеризации. Более того, созданный за многие годы мощный научный и значительный промышленный потенциал в Украине (более сорока (!) предприятий,

Выпускающих средства вычислительной техники, микроэлектроники, средств передачи информации и т. п.), который мог бы служить прочной базой современной индустрии информатики, становится объектом размышлений для некоторых недалководидных политиков, — а нужен ли он?!

От имени ученых и с глубокой уверенностью, что то же самое сказал бы В.М. Глушков, я утверждаю: нужен, очень нужен! Без него Украина не сможет стать цивилизованной страной, окажется в положении отсталого государства, лишенного важнейшей отрасли, определяющей научно-технический прогресс, уровень культуры и, наконец, обороноспособность страны!

2 декабря 1994 года после второго инфаркта перестало биться сердце В. С. Михалевича, сменившего В.М. Глушкова.

Удастся ли флагману кибернетики, лишившемуся капитана, благополучно преодолеть штормы и подводные рифы в бурном море разрушительной перестройки?

Вряд ли кто-нибудь сейчас даст ответ на этот тревожный вопрос.

И все-таки хотелось бы надеяться, что 24 августа 2023 года, в день столетия со дня рождения В.М. Глушкова, нашим наследникам не придется краснеть ни за нас, ученых, ни за государственных мужей, определяющих дальнейшую судьбу Украины.

## Славная триада

*«Никто для первых не вбивает вех,  
И нет для них в истории примера.»*

*Э. Асадов*



## Пионер вычислительной техники

На одном из заседаний Президиума Академии наук СССР, проведенном в 1939 году, был заслушан доклад тридцатисемилетнего доктора технических наук Исаака Семеновича Брука о механическом интеграторе, позволяющем решать дифференциальные уравнения до 6-го порядка, созданном под его руководством в лаборатории электросистем Энергетического института АН СССР. Доклад вызвал большой интерес, — подобных вычислительных машин в СССР еще не было, только в США и Англии имелось по одному образцу.

Ученый решил сложную техническую задачу, — одних зубчатых колес в интеграторе имелось более тысячи! Его стойки с многочисленными перемычками и отверстиями для осей зубчатых колес занимали зал площадью около 60 квадратных метров. Набор задачи, состоявший в установке шестеренок на определенные места, занимал от нескольких суток до нескольких недель. По современной классификации механический интегратор И.С. Брука — аналоговая вычислительная машина.

В том же году Брука избрали членом-корреспондентом АН СССР. Сделанный им доклад, вероятно, способствовал такому ходу событий. Однако главными работами Брука к этому времени были его выдающиеся исследования в области электроэнергетики.

Интерес к автоматизации вычислений возник у И.С. Брука не случайно. Занимаясь вопросами электроэнергетики, он, как и С.А. Лебедев, остро чувствовал необходимость создания вычислительных средств для обеспечения своих исследований, требующих сложных расчетов.

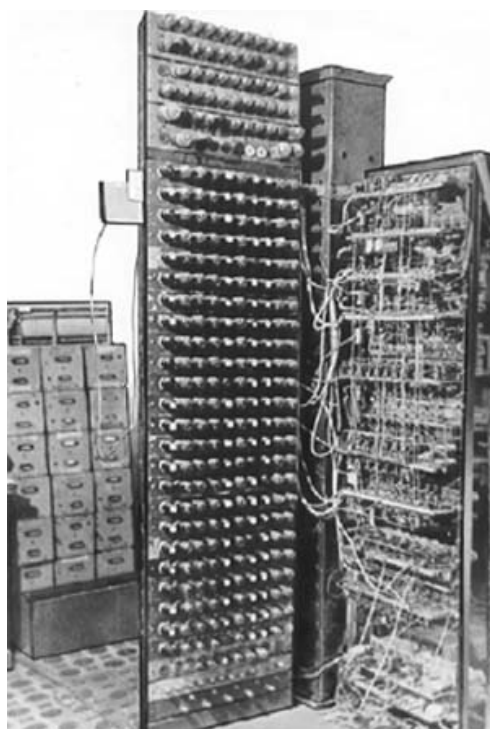
Схожесть биографий этих двух замечательных ученых поразительна. Оба родились в один год, учились в одном институте, «становились на ноги» как ученые в одной научной организации, оба занимались вопросами энергетики, от нее шли к вычислительной технике, оба стали руководителями ведущих научных школ в области цифровых вычислительных машин.

К именам обоих приложимо определение — первые.

Наиболее характерной чертой творчества И.С. Брука в области вычислительной техники является пионерский характер его работ. Он первым в СССР (совместно с Б.И. Рамеевым) разработал проект цифровой электронной вычислительной машины с жестким программным управлением (август 1948 г.). В это время машина подобного типа имелась лишь в США («Эниак», 1946 г.). Они же с Рамеевым получили первое в СССР свидетельство об изобретении цифровой ЭВМ (с общей шиной), датированное декабрем 1948 г. К сожалению, и проект и изобретение не были своевременно реализованы на практике.

И.С. Брук первым выдвинул и осуществил идею создания малых вычислительных машин для использования в научных лабораториях.

Под его руководством в 1950–1951 гг. была создана первая в Российской Федерации малая цифровая электронная вычислительная машина с хранимой в памяти программой М-1, содержащая 730 электронных ламп (вместо 6000 в МЭСМ). Запущенная в опытную эксплуатацию в начале 1952 г, она оказалась единственной в Российской Федерации действующей ЭВМ.



Вместе с тем неудержимое стремление быть впереди всех, постоянно иметь новые и новые результаты часто мешало ученому доводить начатое дело до конца. Не случайно только третья разработанная под его руководством ЭВМ стала выпускаться промышленностью. Разработка ЭВМ была вызвана скорее желанием проявить свои творческие способности еще в одной новой и актуальной области науки и техники, нежели являлась основополагающим направлением деятельности ученого. «Работа над ЭВМ М-1 в ЭНИН АН СССР в лаборатории электросистем велась „полулегально“, сегодня сказали бы, что это было хобби руководителя работ и только». (Из воспоминаний бывшего участника работ А.Б. Залкинда.) В эти же годы Брук активно продолжал исследования в области энергетики, выдвинул проблему управляющих машин и много сделал для их применения на электрических станциях, увлекался проблемой управления в экономике и пр. В итоге в дальнейшем он передал эстафету развития вычислительных средств своим замечательным ученикам — Николаю Яковлевичу Матюхину и Михаилу Александровичу Карцеву. Однако, если учесть весь комплекс работ, проведенных Бруком и его учениками, то, как будет видно из дальнейшего, вклад его научной школы и научных школ его учеников в компьютеростроение был очень значителен. Развернувшееся с самого начала негласное творческое соревнование двух ведущих научных школ С.А. Лебедева и И.С. Брука стимулировало научные коллективы, не давало возможности успокоиться на достигнутом. Сравнить полученные результаты и определить «победителей» вряд ли возможно. Ясно одно: выиграла наука, научно-технический прогресс.

И.С. Брук родился 8 ноября 1902 года в Минске в бедной еврейской семье служащего табачной фабрики. В 1920 году окончил реальное училище, а в 1925 году — электротехнический факультет МВТУ им. Н.Э. Баумана в Москве. Еще будучи

студентом включился в научную деятельность, — его дипломная работа была посвящена новым способам регулирования асинхронных двигателей. После окончания МВТУ его направили во Всесоюзный электротехнический институт им. В.И. Ленина, где он получил большой практический опыт: участвовал в разработке новой серии асинхронных двигателей, выезжал в Донбасс для налаживания параллельной работы электростанций.

«Способности и интерес к технике он унаследовал от отца, — вспоминает сестра Исаака Семеновича Мирра Семеновна Брук (кандидат искусствоведения, живет в Москве. — Прим. авт.). Учась в Минском реальном училище он особенно увлекался точными науками — математикой, физикой, техникой. В учебных лабораториях ему иногда отдавали отработанные старые приборы. На заводе „Энергия“, куда стал приходить Исаак, мастера, видя исключительную любознательность мальчика к технике, объясняли ему устройство машин и станков, отдавали некоторые старые детали.

Брат много читал, любил произведения Жюль Верна, Джека Лондона, Фенимора Купера. Увлекался астрономией и мне дал читать „Стеллу“ Фламариона. Он хорошо рисовал, собирал репродукции картин. Из моего репертуара (я училась в музыкальной школе) любил слушать сочинения Бетховена, Чайковского, Грига».

В 1930 г. Брук переехал в Харьков, где на одном из заводов под его руководством были разработаны и построены несколько электрических машин новой конструкции, в том числе взрывобезопасные асинхронные двигатели. В 1935 г. он возвратился в Москву и поступил на работу в Энергетический институт АН СССР (ныне ЭНИН им. Кржижановского). В его личном деле сохранилось рекомендательное письмо директору ЭНИНа академику Г.М. Кржижановскому от академика К.И. Шенфера — крупнейшего специалиста в области электрических машин. Зная Брука по работе в ВЭИ, Шенфер рекомендовал его как «блестящего экспериментатора и талантливого научного работника и инженера». В заявлении при поступлении на работу в ЭНИН И.С. Брук написал, что хотел бы заниматься вопросами компенсации реактивной мощности дальних линий электропередач. В организованной им лаборатории электросистем он разрабатывает исследования по расчету режимов мощных энергосистем. Для моделирования сложных электросетей в лаборатории создается расчетный стол переменного тока — своеобразное специализированное вычислительное устройство. За эти работы в мае 1936 г. Бруку была присвоена ученая степень кандидата технических наук без защиты диссертации, а в октябре того же года он защитил докторскую диссертацию на тему «Продольная компенсация линий электропередач».

В предвоенные годы он увлекся созданием механического интегратора. Успешное завершение этой работы способствовало избранию его в члены-корреспонденты АН СССР, о чем упоминалось выше. В годы Великой Отечественной войны, продолжая исследования в области энергетики, И.С. Брук успешно работал над системами управления зенитным огнем, изобрел синхронизатор авиационной пушки, позволяющий стрелять через вращающийся пропеллер самолета. В 1947 г. его избрали действительным членом Академии артиллерийских наук. В первые послевоенные годы под его руководством велись исследования по статической устойчивости энергосистем. Разрабатывалась аппаратура регулирования частоты и активной мощности для крупнейших электростанций страны. Продолжались развиваться работы по аналоговым вычислительным устройствам. Был создан электронный дифференциальный анализатор



«ЭДА» (главный конструктор Н.Н. Ленев), предназначенный для интегрирования уравнений до 20-го порядка.

Заинтересовавшись появившимися в конце 40-х годов зарубежными публикациями о цифровых вычислительных машинах, Брук становится активным участником научного семинара, обсуждавшего вопросы автоматизации вычислений (создан при Президиуме АН СССР в конце войны по инициативе ученого секретаря Академии академика Н.Г. Бруевича). В 1947 г. на семинаре был поднят вопрос о создании специального института вычислительной техники. Благодаря активной поддержке президента Академии С.И. Вавилова в июле 1948 года в Академии наук СССР был создан Институт точной механики и вычислительной техники. Исполняющим обязанности директора был назначен Бруевич. Казалось бы, Брук со своей лабораторией как пионер вычислительной техники должен был войти в состав нового института. К этому времени в его распоряжении уже был проект цифровой ЭВМ, составленный им и Рамеевым, ими же были разработаны «Проектные соображения по организации лаборатории при Институте точной механики и вычислительной техники для разработки и строительства электронной цифровой вычислительной машины». Но...

Сегодня трудно установить, почему этого не случилось. Причин могло быть несколько. Во-первых, вначале, кроме названия, у института практически ничего не было — ни здания, ни оборудования. Во-вторых, руководитель нового института академик Н.Г. Бруевич не был сторонником развития электронных цифровых машин, поскольку сам был механиком и делал ставку на развитие механических вычислительных устройств.

Не исключено, в третьих, что повлияла и недооценка Бруком сложности создания ЭВМ. Считая, что проект, составленный им и Рамеевым, это уже значительный или даже главный шаг в достижении цели, он, вероятно, надеялся создать ЭВМ силами своей лаборатории. И жестоко просчитался.

В 1949 г. Рамеева призвали в армию. Брук остался без единственного исполнителя. Составленный проект цифровой электронной ЭВМ так и остался на уровне проекта, став достоянием истории. Тем не менее Брук не оставил своих честолюбивых замыслов. Его эмоциональная натура безусловно подогревалась сведениями о начале работ по созданию ЭВМ в ИТМ и ВТ АН СССР, которые развернулись с приходом в институт М.А. Лаврентьева, а затем С.А. Лебедева, и в СКБ-245, где появился Рамеев

В январе 1950 г. И.С. Брук обратился в отдел кадров Московского энергетического института с просьбой направить к нему способных молодых специалистов, кончающих радиофакультет. В те годы они были нарасхват и направлялись в основном в закрытые организации, выполнявшие ответственные правительственные постановления. Не имея (и не желая иметь) таковых, чтобы не связывать руки и иметь возможность вести интересующие его исследования, И.С. Брук мог рассчитывать лишь на тех, кого не посылали в закрытые организации по причинам «пятен» в биографии (но отнюдь не из-за нехватки таланта).

Так оно и получилось. В марте 1950 г. отдел кадров МЭИ направил к нему в лабораторию «сына врага народа» Николая Яковлевича Матюхина, получившего диплом с отличием за блестящую учебу и участие в научных исследованиях еще на студенческой скамье, но не прошедшего кадровую комиссию при поступлении в аспирантуру.

О том, сколь удачным для лаборатории было такое пополнение в единственном лице, говорит тот факт, что уже в апреле, т. е. всего через два месяца И.С. Брук, уверовавший в талант новообетенного помощника, оформляет постановление президиума АН СССР о разработке цифровой электронной вычислительной машины, получившей впоследствии название М-1.

Вначале молодой специалист в области радиотехники не представлял, что такое ЭВМ. Ему не сразу стало понятным первое задание руководителя — спроектировать важный узел ЭВМ, дешифратор, да еще безламповый. Исаак Семенович сам подобрал для него необходимую литературу, многократно беседовал с приглянувшимся ему новичком, подробно рассказал о принципах работы ЭВМ, двоичной системе счисления, численных методах вычислений. Он же подбросил ему очень важную идею — использовать для построения логических элементов вместо электронных ламп поступившие по репарациям немецкие купроксные выпрямители. Сейчас, когда нет ни Брука, ни его любимого ученика, вряд ли кто-нибудь может сказать, каким образом проводилась ими последующая разработка структуры и архитектуры ЭВМ М-1. Можно лишь утверждать, со слов остальных участников создания машины, что Н.Я. Матюхин фактически был главным конструктором М-1, формально не являясь таковым, а И.С. Брук в полной мере выполнил роль научного руководителя разработки.

## ЭВМ М-1, М-2, М-3 и их создатели

Быстро разобравшись в структуре и архитектуре ЭВМ, Н.Я. Матюхин занялся детальной разработкой арифметико-логического устройства, а также узлом управления памятью на магнитном барабане. Вскоре у него появились первые помощники.

В сентябре 1950 г. в лабораторию направили на дипломное проектирование Тамару Миновну Александриди. Ее «подбросил» отдел кадров МЭИ, зная, что И.С. Брук берет на работу молодых специалистов не по анкете, а учитывая их способности. У Александриди, кстати, не было в биографии ничего порочащего, скорее наоборот. Но фамилия... Она настораживала, и чиновники решили не рисковать. Хотя кому как не им было хорошо известно, какой тяжелый путь по дорогам войны прошла эта девушка. Но об этом — позже.

Брук сразу же подключил ее к разработке ЭВМ и предложил заняться устройством памяти — электронным или магнитным. Тамара выбрала электронное. Тогда Исаак Семенович предложил ей исследовать возможности создания памяти на электронно-лучевых трубках, используемых в осциллографах. Первое время ее как дипломницу опекал сотрудник лаборатории Вячеслав Васильевич Карибский. Вряд ли Брук ожидал, что дипломный проект студентки станет частью отчета по ЭВМ М-1 (к женщинам он питал недоверие).

Поздней осенью 1950 г. в лаборатории появился студент последнего курса радиотехнического факультета МЭИ, принятый на работу по совместительству, Михаил Александрович Карцев. И.С. Брук привлек его к разработке устройства управления ЭВМ М-1 (главного программного датчика) — самой сложной части машины. Одновременно Карцев готовил дипломный проект, посвященный вопросам использования кода Хемминга. Этот код, повышающий надежность передачи информации, был использован им при разработке устройства управления М-1.

Молодым специалистам помогали техники Лев Михайлович Журкин (разработка ЗУ на магнитном барабане), Юрий Васильевич Рогачев (электромонтаж, наладка), Рене Павлович Шидловский (электромонтаж, наладка).

В 1951 г. появилось подкрепление — окончивший МЭИ в феврале 1950 г. Александр Борисович Залкинд (участвовал в отладке арифметического устройства, разработал устройства ввода-вывода) и Игорь Александрович Коколевский (инженер-конструктор, спроектировавший каркас ЭВМ М-1).

Для небольшой группы молодых еще «не оперившихся» специалистов создание ЭВМ явилось безусловно сверхтрудной задачей, хотя они, возможно, к счастью, не понимали этого. Подобные работы лишь развертывались в стране и в мире. К тому же, вследствие характера руководителя им приходилось работать в полном отрыве от других организаций.

Помещение, где ютилась лаборатория, не было приспособлено для таких масштабных работ как создание ЭВМ с использованием многих сотен электронных ламп. Мешала и постоянная нехватка комплектующих изделий. Выручали энергия и находчивость И.С. Брука. Он предложил использовать полученную по ремонтам немецкую электронику — купроксные выпрямители и надежные пентоды (аналоги советских электронных ламп 6Ж4); в качестве средств запоминания — доступные и

дешевые осциллографические трубки, а для ввода-вывода данных — немецкий рулонный армейский телетайп. Не зря говорят — нет худа без добра. Так получилось и здесь, — ЭВМ М-1 стала первой отечественной малогабаритной машиной с использованием полупроводниковых элементов и памятью на обычных осциллографических трубках!

Молодежный коллектив лаборатории был полон энтузиазма. Работали с утра до позднего вечера, вдохновенно, воодушевленные мыслью первыми сделать электронную цифровую ЭВМ, открывающую новую эру в научно-техническом прогрессе.

Н.Я. Матюхин жил на окраине Москвы вместе с матерью в маленькой комнатке, площадью 5 кв. м, едва вмещавшей стол и две кровати. Увлеченный работой, он заканчивал ее в полночь, когда уже не было смысла да и сил ехать домой. Оставался ночевать в лаборатории. И так продолжалось месяцами. Не лучшее положение было у М.А. Карцева. К тому же, учась в институте, он подхватил туберкулез. Наверное, работа не была бы такой плодотворной, если бы не всеобщее увлечение спортом. Этому отдавались целиком в воскресные дни — устраивали походы на Истринское водохранилище. Рядом с лабораторией соорудили площадку для волейбола и азартно играли в редкие перерывы.

Меньше чем через полтора года М-1 заработала! А ведь ее созданием занимались всего девять сотрудников лаборатории, не имевших ученых степеней (за исключением И.С. Брука). Если вспомнить условия, в которых они трудились, то это можно оценить как замечательный творческий порыв молодого коллектива. У разработчиков М-1 сохранился отчет «Автоматическая вычислительная машина М-1», утвержденный директором Энергетического института АН СССР академиком Г.М. Кржижановским 15 декабря 1951 г. Этот документ, вошедший в историю вычислительной техники, составили руководитель лаборатории электросистем член-корр. АН СССР И.С. Брук и исполнители работы младшие научные сотрудники Т.М. Александриды, А.Б. Залкинд, М.А. Карцев, Н.Я. Матюхин, техники Л.М. Журкин, Ю.В. Рогачев, Р.П. Шидловский (см. Приложение 4).

М.А. Карцев, вспоминая о времени создания ЭВМ М-1, говорил:

«В 1950 году в лабораторию электросистем Энергетического института АН СССР им. Г.М. Кржижановского, которую возглавлял в то время член-корр. АН СССР Исаак Семенович Брук, начали собираться первые молодые люди для того, чтобы поднимать советскую вычислительную технику. Первым дипломированным специалистом среди нас был Николай Яковлевич Матюхин — ныне член-корреспондент Академии наук СССР, а тогда молодой специалист, окончивший Московский энергетический институт весной 1950 года. Ему помогали несколько дипломников из МЭИ. А я, инженер-недоучка, студент пятого курса МЭИ, поступил по совместительству. После демобилизации пришел к нам монтажник Юрий Васильевич Рогачев, ныне лауреат Государственной премии СССР, кандидат технических наук, главный инженер института. Был распределен к нам в качестве молодого специалиста окончивший техникум Рене Павлович Шидловский, ныне заместитель главного конструктора, начальник одного из ведущих отделов института, лауреат Государственной премии СССР. Всего нас было человек десять. Никто из нас до прихода в лабораторию электросистем ЭНИИ не только не был специалистом по вычислительной технике, но даже не знал, что может существовать электронная вычислительная машина и что такое вообще возможно. Такими-то силами мы начали делать одну из первых советских

вычислительных машин — М-1. Может быть это было нахальством с нашей стороны, но уж халтурой точно не было.

В начале 1950 года среди имущества, привезенного с трофейного склада, была обнаружена странная деталь (не могу сказать точно, кем была сделана эта находка, может быть Бруком, может быть, Матюхиным, может быть, Рамеевым, который ранее работал у нас). Ее назначения и происхождения долго никто не мог понять, пока не сообразили, что это — миниатюрный купроксный выпрямитель. Эта деталь была по достоинству оценена, и М-1 стала первой в мире ЭВМ, в которой все логические схемы были сделаны на полупроводниках.

Летом 1951 года, примерно одновременно с машиной МЭСМ, заработала и машина М-1 (Карцев имеет в виду, что ЭВМ М-1 стала выполнять в полуавтоматическом режиме основные арифметические операции. Комплексная отладка машины завершилась к концу года. Со слов разработчиков, эксплуатация М-1 началась в январе 1952 г. В книге „Быстродействующая вычислительная машина М-2“ под редакцией И.С. Брука, изданной в 1957 г., указана другая дата: весна 1952 г. Официальный документ о вводе в эксплуатацию ЭВМ М-1 отсутствует. — Прим. авт.). Первые задачи, которые решались на ЭВМ М-1, ставились академиком Сергеем Львовичем Соболевым, который в то время был заместителем по научной работе у академика Курчатова. На это чудо техники, которое давало 15–20 не тысяч, не миллионов, а 15–20 операций в секунду над 23-разрядными числами и имело память емкостью в 256 слов, приезжали смотреть и президент Академии наук СССР А.Н. Несмеянов и многие видные советские ученые и государственные деятели» (из выступления на торжественном заседании коллектива основанного М.А. Карцевым Научно-исследовательского института вычислительных комплексов Минрадиопрома СССР, посвященного 15-летию его образования).

Такой интерес к новорожденному детищу И.С. Брука вполне объясним. В столице СССР других действующих ЭВМ не было в ИТМ и ВТ АН СССР еще шел монтаж БЭСМ; ЭВМ «Стрела» в СКВ. 245 находилась примерно в таком же состоянии.

Бывший техник-монтажник лаборатории электросистем Ю.В. Рогачев (впоследствии, после смерти М.А. Карцева, в 1984 г. он сменил его на посту директора Института вычислительных комплексов. — Прим. авт.) сохранил в памяти многие другие факты из эпопеи создания М-1. «В мае 1950 года я демобилизовался из армии, где был радистом, — вспоминает он, — и передо мной встала проблема трудоустройства. Поскольку никакого специального образования у меня не было, мне, как правило, предлагали поступить сначала учеником и только после этого обещали определить на работу. Но это меня не устраивало. Однажды, оказавшись на Ленинском проспекте (тогда это была Большая Калужская улица) на стене дома № 18 я заметил скромную вывеску „Лаборатория электросистем“. Решил зайти. Меня провели в кабинет руководителя лаборатории, где находилось несколько человек. Во время нашего разговора в комнату быстрой походкой вошел невысокий коренастый мужчина. Остановившись около меня, он спросил: „К нам на работу?“ — и стал расспрашивать о моей службе в армии. В заключение сказал, что мне придется делать приборы и устройства для нового направления в технике. Причем говорилось все это так, будто я уже был сотрудником лаборатории. Такое отношение меня приятно удивило, и я уже искать работу в других местах не пытался. Так произошло мое первое знакомство с И.С. Бруком, и в июне 1950 года я приступил к работе в должности техника-

электромеханика. В первый же день во время беседы он конкретно назвал это новое направление — создание автоматической цифровой вычислительной машины и сказал, что для этого в лаборатории создается новый коллектив во главе с Н.Я. Матюхиным — молодым инженером, окончившим радиотехнический факультет МЭИ, и мне придется работать под его руководством. При этом он указал на молодого высокого худощавого человека, находившегося здесь же, в кабинете. Так я познакомился с Матюхиным. Николай Яковлевич коротко рассказал мне о лаборатории, показал комнату, которая готовилась для проведения работ. Затем он отвел меня в монтажную мастерскую к А.Д. Гречушкину и сказал, что для начала придется поработать некоторое время здесь.



Лаборатория электросистем размещалась на двух территориях: часть помещений находилась в основном здании ЭНИНа (дом № 19 по Ленинскому проспекту) и часть здесь, на первом этаже и в подвале правого крыла дома № 18. Инженеры и ученые энергетики в большинстве своем располагались в основном здании ЭНИНа. Там находился механический интегратор, на котором они решали свои задачи. В доме № 18 был установлен расчетный стол переменного тока, предназначенный для моделирования сложных электрических цепей, размещались основные производственные участки и службы лаборатории электросистем: участок механической обработки металлов, слесарный участок и хорошо оснащенная монтажная мастерская. Имелся небольшой склад комплектующих изделий, электро-, радиоизмерительных приборов и другой аппаратуры.

Первые общие представления о цифровых вычислительных машинах, о том, как с помощью электронных схем выполняются арифметические операции, и что наиболее удобной для этого является двоичная система счисления, которая содержит всего две цифры — ноль и единицу, и как эти цифры можно представить в электронной схеме триггера, обладающей двумя устойчивыми состояниями, я узнал от Н.Я. Матюхина.

Он подробно рассказал, как работает арифметический узел. Объяснения были четкими и понятными. Чувствовалось, что он детально проработал все схемы арифметического узла.

По чертежу Матюхина я смонтировал схему электронного триггера. Практически с этого времени и началась экспериментальная отработка элементной базы М-1.

К сентябрю 1950 года была составлена полная схема одного разряда арифметического узла с сумматором и логическими схемами, обеспечивающими все арифметические и логические операции. Изготовленный макет показал, что схема работает надежно и что использованные в устройстве купроксные выпрямители устойчиво выполняют функцию ламповых диодов.

Несмотря на то, что Николай Яковлевич только что закончил институт, он вполне успешно справился с ролью главного конструктора ЭВМ. Более того, наряду с Бруком его следует считать автором концепции „малых“ ЭВМ. Эта концепция, вначале неосознанная, в значительной мере вытекала из скудных материальных возможностей лаборатории. Ведь работа финансировалась только АН СССР.

Осенью 1950 года (в октябре) был начат монтаж схем машины. Для монтажа всех схем использовалось два типа панелей: на 10 радиоламп с однорядным их расположением и на 22 радиолампы с двурядным расположением. Первыми начали изготавливаться однорядные панели со схемами цифровой части арифметического узла. На такой панели размещался полностью один разряд со всеми триггерами, дешифраторами, сумматором и клапаном. Чуть позднее стали поступать для монтажа и схемы местного программного датчика арифметического узла, а затем и схемы главного программного датчика машины, разработанные Карцевым.

Монтаж выполнялся непосредственно в лаборатории электросистем силами нескольких монтажников, оплачиваемых по трудовому соглашению (деньги Брук выпросил у президента академии Вавилова).

В это же время готовилось место для установки и сборки машины. В комнате площадью всего 15 кв. метров был построен постамент размером примерно 1,5x1,5 м. В центре постамента установлена прямоугольная вентиляционная колонна с отверстиями для обдува блоков. По бокам этой колонны размещалось три стойки, предназначенных для крепления на них панелей с электронными схемами: стойка арифметического узла, стойка главного программного датчика и стойка памяти. Под постаментом установлен вентилятор, нагнетавший в колонну воздух для охлаждения блоков. По мере получения от монтажников изготовленных панелей они устанавливались на штатное место. Проверялась правильность монтажа и работоспособность схем, а также, не ожидая полного комплекта панелей, проводилась поэтапно и автономная настройка устройства в целом. Такая организация работы значительно сократила сроки начала комплексной отладки машины. Так, монтаж панелей арифметического узла был закончен в декабре 1950 года, а уже в январе следующего года (т. е. через 1–1,5 месяца) арифметический узел был автономно отлажен. Причем это время было затрачено только для отладки местного программного датчика арифметического узла, так как его цифровая часть была уже отлажена ранее. Одновременно шло изготовление и автономная отладка главного программного датчика. Матюхин и Карцев, отлаживая аппаратуру на своих стойках, работали по 16–18 часов в день. К весне 1951 года был изготовлен и магнитный барабан. Цилиндр его был покрыт ферромагнитным материалом. Началась отладка магнитной памяти — регулировка магнитных головок и электронных схем записи и чтения. Эти работы выполнял Л.М. Журкин под техническим руководством Н.Я. Матюхина. Когда в лабораторию электросистем был принят А.Б. Залкинд, он подключился к отладке арифметического устройства и разработал устройство ввода-вывода.

Всю первую половину 1951 года шла работа по автономной настройке устройств, их электрической и функциональной стыковке и комплексной отладке машины в целом. К началу отпускного периода эта работа была доведена до такого состояния, при котором машина в ручном (неавтоматическом) режиме выполняла все арифметические операции. Успеху дела во многом способствовала и атмосфера тесной дружбы, установившаяся в коллективе, и отеческое отношение к сотрудникам ее руководителя

— И.С. Брука. Его неистовое желание опередить всех передавалось нам, и мы работали не жалея сил. Все были молоды, только начинали входить в творческую жизнь, с восторгом воспринимали свою причастность к зарождающемуся новому направлению техники. Поэтому работа не казалась тяжелой: труд был по-настоящему радостным. Новизна дела и интерес к этому делу, желание как можно скорее увидеть очередной результат, а результат был виден при каждом шаге вперед, заставляли не считаться со временем. С удовольствием оставались в лаборатории сверх установленного времени, работая с раннего утра до позднего вечера.

В процессе автономной настройки устройств и первого этапа комплексной стыковки машины каждое устройство имело свои автономные источники питания. В.В. Бельнский разработал общую схему электропитания машины и летом, во время отпуска основных разработчиков, подключил ее.

С конца августа началась комплексная отладка машины: выполнение арифметических и логических операций в автоматическом режиме. С вводом в эксплуатацию устройства ввода-вывода, разработанного За-лкиндом, началась отработка технологии программирования. Первые программы составлялись для простых задач. Одной из них было решение уравнения параболы  $y = x^2$ . Эта задача замечательна тем, что в процессе ее решения получались одинаковые значения  $y$  как для положительного, так и для отрицательного значений  $x$ . Таким образом, сравнивая симметричные значения результатов, можно было определить правильность работы машины. Это была удачная находка. Ведь тогда еще не было и понятия о специальных тестовых программах для контроля правильности работы машины. Можно считать, что уравнение параболы  $y = x^2$  явилось первой тестовой программой для машины М-1. Второй такой программой было решение уравнения  $y = 1/x$ .

Решением этих уравнений закончился этап комплексной настройки машины. Результаты полуторагодовой работы были оформлены отчетом.

С начала 1952 года машина М-1 перешла в режим опытной эксплуатации. На ней решались различные задачи с целью проверки технических решений и отработки технологии программирования. Выяснилась, например, необходимость пульта управления и операции „Останов“, чего разработчики не предусмотрели.

В этот период все принимали активное участие в эксплуатации машины, выявляя удачные и слабые места в ее схемах».

Любопытный эпизод, связанный с эксплуатацией машины, вспоминает один из участников создания ЭВМ М-1 А.Б. Залкинд. «Машинное время на первых ЭВМ было крайне важно для ведомства, где во главе стоял Борода (так тогда именовали И.В. Курчатова). Правой рукой Бороды, ответственным за математику (тогда термина „математическое обеспечение“ еще не существовало) был известный ученый С.Л. Соболев. Он часто бывал на ЭВМ М-1, всячески поддерживая наши работы. Для его коллектива требовалось провести обращение матриц большой размерности. И это было выполнено на М-1 в самом начале 1952 года.

В это время мы начали получать первые отечественные пентоды 6х4. Попытка заменить немецкие пентоды (в М-1 были использованы трофейные немецкие пентоды. — Прим. авт.) на отечественные провалилась, так как разброс напряжения отсечки наших пентодов был весьма велик. Работа ЭВМ М-1, даже на тестах, прекратилась. Для Соболева это было весьма неприятно. А для нашего коллектива разработчиков — просто катастрофой.





Меня послали в Ленинград на завод „Светлана“ с заданием привезти партию в несколько сот ламп 6х4, прошедших специальный контроль. Для этого изготовили простейший стенд с сетевой вилкой и с одной ламповой панелью, схемой питания для пентода и тестером ТТ для замера тока. Подготовили обычное письмо: „В порядке оказания технической помощи просим разрешить представителю (имярек) отбраковать ваши лампы 6х4. Оплату гарантируем.“

Перед самым отъездом у нас побывал С.Л. Соболев. Он сказал мне: „Если будут трудности, вам следует позвонить по телефону. В начале разговора произнести слово (Сергей Львович привел название известного всем цветка).“

После такой подготовки я с трепетом ступил на ковровую дорожку кабинета главного инженера завода „Светлана“ Гаврилова. Я еще топтался у входа, когда Гаврилов, не поднимаясь с кресла, спросил: „Подбирать лампы?“ Я ответил: „Да“. В ответ услышал: „Вон отсюда!“

Грустно поплелся я в гостиницу и тут вспомнил напутствие Сергея Львовича... Позвонил. После ответа абонента назвал цветок. Голос в трубке произнес номер квартиры в жилом доме на Невском проспекте, против трикотажного ателье. Приехал по этому адресу. Внешне обычная квартира. Впустили, внимательно выслушали и сказали: „Мы действуем только на уровне третьего секретаря обкома. Вам придется подождать два дня и позвонить нам тем же способом“

Через два дня на мой звонок был ответ: „С Гавриловым все в порядке. Можете его навестить“.

На „Светлане“ Гаврилов улыбался, подал руку и дал указание выполнять все, что мне требуется. Я увез в Москву три сотни ламп 6х4.

Так оперативно решали все, что требовалось для „Гордорстроя“ (так в те годы именовалось подразделение МГБ, отвечавшее за атомный проект). ЭВМ М-1 снова начала свою круглосуточную вахту. Соболев нас сердечно благодарил».

И.С. Брук, ободренный успехом, в апреле 1952 года поручает группе инженеров и техников под руководством М.А. Карцева начать работу по созданию новой ЭВМ, более совершенной по исполнению и характеристикам. Молодежный коллектив и на этот раз

сделал, казалось бы, невозможное, — в конце 1952 года (всего через полгода!) новая, более мощная ЭВМ была уже смонтирована и поставлена на отладку!

О начале своего пути в науке — работе по созданию ЭВМ М-2 — Карцев рассказал сам, выступая перед коллективом созданного им в 1967 г. Института вычислительных комплексов Минрадиопрома СССР, когда отмечалось пятидесятилетие со дня его организации.

«Весной 1952 года (я как раз успел к этому времени получить диплом) Брук выделил мне группу в составе 7 человек и поручил спроектировать и построить вычислительную машину (М-2. — Прим. авт.). То, как мы это делали тогда, мне сейчас трудно себе представить. Мы разрабатывали техническую документацию, вели производство на опытном заводе Института горючих ископаемых Академии наук, в опытном производстве ОКБ МЭИ, на заводе медаппаратуры на „Соколе“ (и еще примерно в десятке организаций), собирали и налаживали машину. Начали мы работы весной 1952 года, а к 10 октября 1952 года, к открытию XIX съезда КПСС, были включены первые две стойки — устройство управления и арифметическое устройство, к 7 ноября был включен шкаф питания и магнитный барабан, к 5 декабря, ко Дню Конституции СССР, был включен последний шкаф машины — шкаф электронной памяти. И уже в январе 1953 года машина работала с магнитным барабаном, а к лету того же года и с электронной памятью. Машина М-2, вообще говоря, осталась в единственном экземпляре, ее попробовали повторить в Китае, но сведений о том, что она там заработала, у нас не было. (В журнале „Дружба“, № 11 за 1958 г., в статье Дай Цзянь Юаня „2000 вычислений в секунду“ сказано, что ЭВМ М-2 была запущена в эксплуатацию в октябре 1958 г. — Прим. авт.). Но это была машина серьезная. На ней велись очень большие и очень важные расчеты. Собственно говоря, в течение нескольких лет в Советском Союзе было две работающих машины: наша М-2 и машина БЭСМ Института точной механики и вычислительной техники АН СССР. (БЭСМ была принята в регулярную эксплуатацию в апреле 1953 г. — Прим. авт.). Большие расчеты вел Сергей Львович Соболев для Курчатова. Считались задачи для фирмы Акселя Ивановича Берга. Нам были поручены (специальным распоряжением правительства) расчеты прочности плотин строившихся тогда Куйбышевской и Волжской гидроэлектростанций. Эти расчеты вел Институт механики Академии наук. Считали на нашей машине свои задачи М.А. Михеев (Институт теоретической и экспериментальной физики А.И. Алиханова, а тогда он назывался Теплотехнической лабораторией Академии наук) и многие, многие другие».

Все задачи на ЭВМ М-2 ставились и решались исключительно по согласованию с И.С. Бруком. И все же при просчете самой первой задачи это «железное» правило было нарушено, о чем он узнал лишь 15 лет спустя. А случилось это так. В конце 1953 года, когда, заканчивалась отладка ЭВМ М-2, И.С. Брук уехал отдыхать в Кисловодск. В это время в соседней лаборатории Энергетического института АН СССР группа ученых лаборатории физики горения, руководимая Татьяной Валериановной Баженовой, в муках «рожала» таблицы термодинамических и газодинамических параметров воздуха, необходимые для ракетчиков (для определения толщины защитной огнеупорной обмазки). Группа засела за расчеты летом 1953 г. и обещала закончить их к декабрю. Срок исполнения близился, а до получения обещанных таблиц было еще далеко. «Несмотря на то, что в расчет принимались лишь два основных компонента воздуха — азот и кислород, — вспоминает Т.В. Баженова, — задача оказалась чрезвычайно

трудоемкой: к уравнениям диссоциации кислорода и азота нужно было добавить уравнения ионизации их атомов, образования окиси азота, к ним — уравнения встречных процессов, закона сохранения энергии, газодинамические законы ударной волны. В результате получилась система из 13 уравнений, которую нужно было решать методом последовательных приближений.

Сначала эту работу поручили двум лаборантам, но они при всем желании явно не могли успеть в срок — слишком громоздки были расчеты. Тогда обратились на Первую московскую фабрику механизированного счета, где за задачу взялся уже целый зал девушек за клавишными машинками. Работа пошла быстрее, но еще быстрее приближался установленный срок ее завершения. Существовавшая в то время единственная электронная машина БЭСМ работала на срочные серьезные заказы и очередь на нее расписывалась надолго вперед... И тут неожиданно пришло избавление.

Мы знали, что в соседней лаборатории, руководимой членом-корр. АН СССР И.С. Бруком, идет работа над какой-то новой секретной машиной. Однажды мои друзья из этой лаборатории, с которыми я не раз ходила в туристические походы, пришли ко мне на день рождения и принесли в подарок дефицитную лыжную мазь. Баночки с мазью стояли одна на другой и были обмотаны бумажной лентой с ровными строчками цифр. Как ни мало я тогда знала об атрибутах вычислительной техники, но эта лента явно была похожа на ту, что применяется для выдачи результатов расчета на электронных машинах. Спрашиваю ребят: „Это ваша лента?“ — „Наша“. — отвечают они. После этого, конечно, нетрудно было сообразить, что за секретную машину разрабатывает их лаборатория. Мы с Ю. Пржиемским, как два парторга, обратились к нашим друзьям Мише Карцеву и Юре Лавренюку, Тамаре Александриди. Они с пониманием отнеслись к нашим трудностям. Машина тогда еще не вступила в строй и не была загружена заказами. „Бруковцы“ стали опробовать ее на нашей задаче. И, надо сказать, вовремя: ракетчики дежурили около дома № 18 на Ленинском проспекте и по кускам увозили к себе готовые части таблиц, чтобы, основываясь на них, делать расчеты обмазки наших первых межконтинентальных ракет. Как мы теперь понимаем, срочность была обоснованной: обладание такой ракетой ставило нашу страну в равные условия с США».

(В 1968 г., спустя 15 лет, Т.В. Баженова рассказала об этом случае в статье «Космос в трубах» журнала «Наука и жизнь».)

ЭВМ М-2 не была запущена в серию, несмотря на ее превосходные характеристики и отличное конструктивное исполнение (см. Приложение 5). Время подтвердило ее высокие качества: в Энергетическом институте АН СССР она беспрерывно проработала 15 лет обеспечив решение множества задач в различных областях науки и техники.

При конструировании этой машины в полной мере проявился творческий талант М.А. Карцева.

В отличие от малой ЭВМ М-1 машину М-2 следует отнести к классу больших машин. Она имела ту же производительность, что и ЭВМ «Стрела» (2000 операций в секунду), и БЭСМ в первый период эксплуатации.

В творческой биографии Карцева разработка М-2 стала первым шагом на пути к собственной научной школе, основным направлением которой стало создание супер-ЭВМ специального назначения.

Почти одновременно с ЭВМ М-2 в лаборатории Брука началось проектирование еще одной малой электронной вычислительной машины — М-3. Руководителем работ по созданию этой машины Брук назначил Н.Я. Матюхина.

Решение о разработке столь небольшим коллективом, каким была в то время лаборатория, сразу двух машин можно объяснить, по-видимому, тем, что оба талантливых ученика Брука — Матюхин и Карцев стремились к самостоятельной работе и уже начали проявлять черты будущих лидеров новых научных школ, что не мог не учитывать их проницательный научный руководитель.

Вероятно и машина М-3 осталась бы в единственном экземпляре (она разрабатывалась также без всяких на то постановлений), если бы не академик Виктор Амазаспович Амбарцумян. Приехав в 1954 г. в Москву, он попросил своего друга директора ВНИИЭМ А.Г. Иосифьяна помочь Академии наук Армении приобрести ЭВМ. Последний обратился к Бруку, в лаборатории которого заканчивался проект ЭВМ М-3. «Высокие стороны» договорились о совместном завершении работ и изготовлении трех машин М-3 во ВНИИЭМ, обладавшем достаточно мощной производственной базой: для ВНИИЭМ, Ереванского математического института АН Армянской ССР и организации С.П. Королева. Была создана совместная группа: Н.Я. Матюхин, В.В. Бельнский (от И.С. Брука) и Б.М. Кагана, В.М. Долкарта и Г.П. Лопато (от А.Г. Иосифьяна). В 1956 г. первый образец ЭВМ М-3 был отлажен и предъявлен Государственной комиссии вместе с технической документацией, необходимой для серийного производства, (см. Приложение 6).

Б.М. Каган, неформально руководивший совместной группой, выступая на торжественном заседании, посвященном 90-летию И.С. Брука, рассказал о дальнейшей судьбе машины.

«История вычислительной техники в Советском Союзе еще не написана, поэтому любой факт в ее развитии интересен.

...Поскольку работа по созданию ЭВМ М-3 была инициативной и не входила в какие-либо планы, то Государственная комиссия во главе с академиком Н.Г. Бруевичем с участием М.Р.Шуры-Буры проявила характер и не хотела принимать машину: мол, родилась незаконно. Но все же приняли. И два года не удавалось по-государственному решить вопрос — запустить ее в серийное производство. В это время организовался Ереванский институт математических машин, и по нашей документации на ЭВМ М-3 этот институт построил свои первые ЭВМ („Арагац“ и „Раздан-1 и 2“. — Прим. авт.). В те же годы построили завод в Минске, но оказалось, что делать ему нечего. Минчане узнали, что есть машина у Иосифьяна, которую никто не соглашается поставить на серию. И только тогда было принято решение передать документацию на М-3 из ВНИИЭМ на этот завод. Так работа по созданию ЭВМ М-3 стала основой для развития математического машиностроения в Ереване и Минске.

Хочу также отметить, что и в Китае и в Венгрии по нашей документации были построены первые машины. Во ВНИИЭМ эти работы явились толчком к дальнейшему интенсивному развитию комплекса крупномасштабных исследований и конструкторских работ, связанных с созданием управляющих вычислительных машин и систем».

Так «бруковской команде» удалось наконец войти в число разработчиков ЭВМ, выпускаемых промышленностью.

## Новое увлечение

В 1956 г. И.С. Брук выступил с докладом на сессии Академии наук СССР по автоматизации, где изложил главные направления промышленного применения ЭВМ. В 1958 г. под его руководством была разработана проблемная записка «Разработка теории, принципов построения и применения специализированных вычислительных и управляющих машин».

Эти два документа по существу были первыми набросками программ автоматизации народного хозяйства на основе ЭВМ. Впервые в отечественной практике рассматривались вопросы применения ЭВМ не только в таких традиционных с точки зрения необходимости проведения расчетов областях как техника, физика, математика, но также было обосновано использование машин для решения задач управления технологическими объектами и экономикой (расчеты межотраслевых балансов, оптимальных перевозок, ценообразования и пр.), Проблемная записка И.С. Брука явилась толчком к организации в стране в конце пятидесятих годов ряда научно-исследовательских организаций и конструкторских бюро по управляющим машинам и системам.

На базе лаборатории электросистем ЭНИИ в 1956 г. была создана Лаборатория управляющих машин и систем (ЛУМС) АН СССР, а в 1958-м — Институт электронных управляющих машин (ИНЭУМ) АН СССР, первым директором которого стал И.С. Брук. В это же время Брук был утвержден Президиумом АН СССР научным руководителем проблемы «Разработка теории, принципов построения и применения управляющих машин».

В ИНЭУМ АН СССР под руководством Брука были созданы управляющие машины М-4 (1957–1960 гг.) для решения специальных задач в системах Радиотехнического института АН СССР (главный конструктор М.А. Карцев); М-5 (1959–1964 гг.) — для решения экономических задач, планирования и управления народным хозяйством (главный конструктор В.В. Бельнский); М-7-200 и М-7-800 (1966–1969 гг.) — для задач управления мощными энергоблоками (Конаковская ГРЭС, Славянская ГРЭС) и технологическими процессами (главный конструктор Н.Н. Ленов).

Будучи директором института И.С. Брук уделял много внимания нуждам растущего института, созданию здорового работоспособного коллектива, воспитанию высокой научной требовательности у своих учеников.

Выйдя на пенсию в 1964 году, Исаак Семенович оставался научным консультантом и руководителем научно-технического совета ИНЭУМ, продолжал живо интересоваться его работами. За последние пять лет жизни им получено 16 авторских свидетельств, а всего ему принадлежит более 100 научных работ, в том числе более 50 изобретений. Вклад И.С. Брука в науку и технику отмечен четырьмя орденами Трудового Красного Знамени и рядом медалей.



Объективности ради следует сказать, что на пенсию И.С. Брук не вышел, а его «вышли». Об этом рассказывает д.э.н. В.Д. Белкин, работавший совместно с И.С. Бруком, который в последние годы своей деятельности заинтересовался экономическими задачами в связи с намечаемой хозяйственной реформой.

«Брук был одним из немногих, кто откликнулся на призыв провести радикальную экономическую реформу и построить социализм если не с человеческим, то хотя бы с экономическим лицом. Но все это „в верхах“ страшно саботировалось. Старого монолита там уже не было, но систему удерживать пытались. Покушение на нее усматривалось даже в самых невинных предложениях экономистов нашего института. Брук ясно представлял, что экономика страны идет в тупик, и говорил, что этому способствует недостаточная связь между двумя системами управления — советской (Совмин, Госплан и др.) и по линии партии. „Система управления, которую создала партия, представляет систему быстрого реагирования, но ее недостаток в отсутствии обратной связи“, — говорил он. Надо обладать прозорливостью И.С. Брука, чтобы сказать тогда такие слова.

Произошло сильное сражение в Госплане (по ценовой политике), на котором его председатель Ломако, этот последний чиновник сталинского пошиба, сказал Бруку: „Вы попали в ведение Госплана (в конце 50-х годов ИНЭУМ был выведен из состава АН СССР и передан в созданный тогда Госэкономсовет при Госплане СССР. — Прим. авт.), и вам дорого обойдется этот бунт“. Его просто вынудили уйти на пенсию.

Уже после этого наши экономисты предложили схему, при которой рынком будут управлять банки. И.С. Брук, оставшийся при институте научным консультантом, раскритиковал ее. „Представленный вами рынок, управляемый банками, подобен людям, плавающим на надувных пузырях и испытывающих от этого блаженство, — съязвил он. — Такого с точки зрения теории — управления быть не может. Снизу должны подплывать „бесы“ и протыкать пузыри, т. е. должен быть закон о банкротстве“.

Эти и другие идеи И.С. Брука, связанные с движением к рынку, высказанные много лет назад, показывают, что и в теории экономической науки он был ученым высокого уровня». (Из выступления на торжественном заседании, посвященном 90-летию со дня рождения И.С. Брука.)

6 октября 1974 г., спустя три месяца и три дня после смерти С.А. Лебедева, не стало и И.С. Брука...

## Вспоминают ветераны

Составленный по официальным материалам творческий портрет И.С. Брука не дает, однако, полного представления об этом сложном и противоречивом человеке.

Ветераны его лаборатории Т.М. Александриди, А.Б. Залкинд, Н.Н. Ленов, Ю.В. Рогачев, В.В. Бельнский, Ю.А. Лавренюк и др. дополнили портрет ученого.

«Исаак Семенович казался мне тогда именитым и ужасно грозным, вспоминает Т.М. Александриди. — По теперешним представлениям он был еще достаточно молодым, — ему не было пятидесяти лет. Но тогда в моем представлении это был человек преклонного возраста, с высокими научными степенями, суровый и т. д.



Ему хотелось все сделать быстрее. В лабораторию он буквально вбегал, быстро обходил сотрудников, внимательно расспрашивал как идут дела, давал советы, внимательно выслушивал просьбы, делал замечания за недоработки и упущения.

Одаренный от рождения, всесторонне образованный, требовательный к себе, он вызывал у своих сотрудников чувство восхищения, желание подражать. Относился к ним как строгий и заботливый отец, — увидев, например, что у Матюхина нет пальто, принес ему свое кожаное, старался помочь и другим.

...Своим энтузиазмом, одержимостью в работе Брук вдохновлял нас, приучал не пасовать ни перед чем. Мы были молодыми и не всегда понимали, рядом с каким человеком работаем. Теперь, пройдя значительный путь в своей деятельности, я поняла, что человека такого калибра, как Брук, больше не встречала, хотя приходилось работать и с академиками.

Необычайная одаренность, энергия, умение увлечь людей своей работой, энциклопедические знания (нам тогда казалось, что он знает все), необыкновенная математическая образованность, выдаваемый фейерверк всяких идей показывали, что И.С. Брук необыкновенный человек».

«Он не терпел верхоглядства, никогда не лицемерил и поэтому представлялся внешнему миру — на ученых советах, заседаниях, конференциях — желчным, задиристым оппонентом, въедливым критиком, словом, „возмутителем спокойствия“. Мог, например, сказать о машине „Стрела“, первой пошедшей в серию: „Это каменный век!“ (Н.Н. Ленов, Н.В. Паутин).

„И.С. Брук был очень скрытным человеком и жестко требовал, чтобы сведения о делах лаборатории не выходили за ее стены. Избегал участвовать в работах по постановлениям правительства с привлечением других коллективов. Работы по

созданию ЭВМ М-1, М-2, М-3 выполнялись как внутриакадемические, по постановлениям Президиума АН СССР. Работали мы в тяжелых условиях. Чувствовалось, что машины мы делаем как-бы незаконно, их нет в государственном плане, их не обеспечивали современным оборудованием. Приходилось использовать оборудование и комплектующие элементы со склада трофейного немецкого имущества“ (Т.М. Александриди).

„Такие черты характера не могли не помешать продвижению его работ, его карьере. Только третья разработанная в его лаборатории ЭВМ-М-3 была выпущена малой серией, а затем получила свое второе рождение в промышленности. Только в 1958 году он сумел организовать давно задуманный институт“ (Н.В. Паутин).

„И.С. Брука настолько переполняли новые идеи, настолько его увлекало стремление заниматься новым и новым, что он, по существу, иногда оставлял на полпути не только дела, но и людей“ (Т.М. Александриди).

„Ученого сделать нельзя“, — говорил он и утверждал, что путь в науку через аспирантуру не эффективен, „Занимайтесь делом, и все получится!“ Даже своих лучших учеников — Матюхина и Карцева он не торопил, скорее задерживал с защитой диссертаций, считая, что они вначале должны получить богатую инженерную практику. Может, поэтому он не сохранил их в составе своего института. Оба в дальнейшем ушли из него, стали крупными учеными, основателями научных школ» (Н.Н. Ленов).

Автор познакомился с И.С. Бруком в 1956 году. В марте 1956 г. в Москве прошла конференция «Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения». Она впервые собрала специалистов вычислительной техники со всех концов Советского Союза. Огромный актовй зал Московского университета, где проходило пленарное заседание, был переполнен. Конференцию открыл академик Лебедев, инициатор ее проведения. Первый доклад «История и развитие электронных вычислительных машин» сделал профессор Д.Ю. Панов. Он, в частности, сказал: «В настоящее время всем известна универсальная электронная вычислительная машина БЭСМ Академии наук СССР, разработанная и построенная в 1952 г. под руководством академика Лебедева. Эта машина по своим данным превосходит все европейские и большинство американских машин.

На Международной конференции в Дармштадте осенью 1955 г. академик Лебедев сделал доклад об этой машине, и присутствующие на конференции иностранные ученые и инженеры дали ей высокую оценку.

На настоящей конференции вы услышите доклады многих советских ученых и конструкторов, в том числе доклад академика Лебедева „Быстродействующие универсальные вычислительные машины“; доклад о советской цифровой электронной машине М-2, разработанной под руководством члена-корреспондента АН СССР Брука; о машине „Стрела“, разработанной под руководством Ю.Я. Базилевского и др. Вы услышите также доклады, посвященные нашим работам в области моделирующих устройств, проводимым В.Б. Ушаковым, Л.И. Гутенмахером, Н.В. Корольковым и др.».

Надо ли говорить о том, с каким вниманием я слушал докладчиков, вглядывался в лица участников конференции во время перерывов, пытаюсь отыскать выступавших, чтобы ближе познакомиться с теми, кого не знал ранее.

Мой доклад «Устройства, основанные на сочетании магнитных и кристаллических элементов» был заслушан на секции универсальных цифровых машин. На этой же секции выступила Тамара Миновна Александриди. Ее доклад «Электростатическое



запоминающее устройство ЭВМ М-2» и она сама — молодая, стройная, энергичная, привлекли мое внимание, и я подошел к ней с какими-то вопросами, а потом сумел побывать в лаборатории электросистем, где она работала.

Исаак Семенович Брук в то время был в расцвете творческих сил (ему было 54 года).

После конференции я несколько раз видел Брука, ближе познакомился с Матюхиным и Карцевым, тем не менее мои сведения о них в то время и позднее не выходили за рамки знаний о машинах, которые были разработаны под их руководством, и тех книг и статей, которые были ими написаны.

Когда задумывалась эта книга, их уже не было...

Георгий Павлович Лопато, один из последователей научной школы И.С. Брука (о нем я расскажу позже), знавший, что я собираю материалы для книги, сообщил мне телефон Александриды, живущей по-прежнему в Москве. Признаюсь, звонил ей с душевным трепетом, помнит ли? 40 лет назад Тамара Миновна была начинающим молодым специалистом. А сейчас? Как отнесется к моему разговору? Действительность превзошла все ожидания: она сразу же пригласила меня в Москву, чтобы встретиться с разработчиками первых «брукских машин». После нескольких встреч «за круглым столом» у меня появилось достаточно материалов о научной школе И.С. Брука. Основные из них я получил от Т.М. Александриды (жены Н.Я. Матюхина), Ю.В. Рогачева, сменившего М.А. Карцева на посту директора Института вычислительных комплексов (г. Москва), В.В. Бельнского, сотрудника организованного Бруком Института электронных управляющих машин ИНЭУМ (г. Москва), А.Б. Залкинда, начальника отдела НИИ автоматической аппаратуры (г. Москва).

Много рассказали остальные участники встреч — бывшие разработчики первых ЭВМ: Р.П. Шидловский (к.т.н., НИИ вычислительных комплексов); Ю.А. Лавренюк (к.т.н., НИИ вычислительных комплексов); Л.С. Легезо (д.т.н., НПО «Комета»); Н.Н. Ленов (к.т.н., сотрудник ИНЭУМ).

И.С. Брук старался принимать в свою лабораторию исключительно мужчин. Тамара Миновна Александриды была единственной, женщиной среди разработчиков М-1. Ученого «подвела» необычная фамилия Тамары Миновны.

Ей она обязана отцу — обрусевшему греку из Краснодара. Через два года после ее рождения семья распалась, и девочку воспитывала мать, переехавшая в Москву. Перед самой войной Тамара окончила среднюю школу. Одновременно, занимаясь в Московском радиоклубе, получила специальность радиста. Ей еще не было семнадцати (она родилась 26 сентября 1924 г.), все было впереди... Но грянула война. Она пошла добровольцем в армию. Вначале месяц под Москвой изучала радиодело, а в августе уже оказалась в осажденном врагами Севастополе. Вместе с последней группой наших бойцов покидала город и до последней минуты держала связь с Большой землей. Потом были десант на Керчь и бои на Таманском полуострове. Когда фашисты прижали десантников к берегу, они чудом вырвались из окружения. Соорудив плот, группа морем прорвалась к своим. О бесстрашии и четкой работе радистки Тамары в те тяжелые дни появился рассказ во фронтовой газете. Остатки ее полка передали в 62-ю армию. Когда вражеские войска подошли к Сталинграду, ее часть находилась на Мамаевом кургане. 22 августа 1942 года гитлеровцы предприняли первый разрушительный налет на город. На ее глазах здания превращались в груду развалин,

над которыми вставали тяжелые от пепла и дыма облака... Ей опять повезло — из великого сражения на Волге она вышла живой...

В мае 1943 года Тамару Александриди вызвали в столицу. Московские осоавиахимовцы вручили воспитаннице радиоклуба и лучшей фронтовой радистке радиостанцию «Московский радиолюбитель». С ней храбрая девушка прошла с боями по полям Украины, форсировала Днепр, Вислу, Одер и приняла в Берлине последнюю радиотелеграмму, в которой сообщалось о безоговорочной капитуляции гитлеровской Германии.

В Москву она вернулась в июне 1945 г. с орденом Отечественной войны II степени и пятью медалями.

В том же году поступила в Московский энергетический институт. В 1950 г. ее направили в лабораторию Брука, на дипломное проектирование. О ее работе при создании М-1 я уже рассказал. Затем, уже будучи младшим научным сотрудником, она разработала и отладила устройство памяти для ЭВМ М-2. Потом были аспирантура (руководитель академик В.А. Трапезников) и успешная защита кандидатской диссертации.

Отличное владение вычислительной техникой позволило ей быстро переквалифицироваться в специалиста по автоматизированным системам управления. Когда мы снова увиделись, Т.М. Александриди была уже профессором, заведовала кафедрой автоматизированных систем управления в Московском автодорожном институте. Она-то и познакомила меня со многими материалами о жизни и деятельности мужа.

## Николай Яковлевич Матюхин

Пройдя «школу» И.С. Брука, Н.Я. Матюхин стал выдающимся ученым, создателем собственной научной школы.

Николай Яковлевич родился в 1927 г. в Ленинграде. В это время его отец, Яков Васильевич, работал на заводе электротехником, мать, Маргарита Федоровна, была домохозяйкой. Отец родился в 1880 г. в семье крестьянина с. Городец Выгоничского р-на Брянской области. До революции работал электромонтером на одном из заводов Петрограда. Мать родилась в 1895 г. в г. Боброве Воронежской области в семье письмоводителя гимназии и после окончания гимназии работала учительницей в начальной школе.



Яков Васильевич участвовал в революционном движении, был в 1909–1910 гг. членом районного комитета СДРП Выборгской стороны Петрограда. Дружил с Калининым, был знаком с Джугашвили, Орджоникидзе и другими известными членами СДРП. Все они пользовались его конспиративной квартирой. После революции Матюхин отошел от политической деятельности, работал техником-электриком. В 1932 г. Калинин, с которым он был по-прежнему в дружеских отношениях, перевел его на работу в Москву. Семье предоставили комнату в правительственном доме на ул. Грановского. Никто тогда не думал, к чему это приведет, радовались столице, хорошей квартире.

В 1935 году Николай Матюхин поступил в школу. Учился легко, радуя успехами родителей. Мать Николая — Маргарита Федоровна, была высокообразованным человеком, много читала, была прекрасным рассказчиком и безусловно способствовала разностороннему развитию и воспитанию сына.

Счастливое детство разрушили сталинские репрессии. В 1937 году Я.В. Матюхина арестовали, и о его дальнейшей судьбе семья ничего не знала (в 1957 г. он был реабилитирован посмертно). Семью выселили из Москвы. Распродав личные вещи, мать приобрела маленькую комнатку в деревянном доме подмосковного поселка

Солнцево. Во время войны (в августе 1941 года) семья Матюхиных эвакуировалась в г. Пензу и жила у родственников.

В 1944 г, окончив 10 классов, Николай Матюхин поступил в Московский энергетический институт на радиотехнический факультет. Учился только на «отлично» и одновременно, начиная с 3-го курса, занимался научной работой — два авторских свидетельства за изобретение новой системы радиопередатчика с повышенным КПД тому подтверждение.

В феврале 1950 г., получив диплом с отличием, он, по рекомендации ГЭК, подал заявление в аспирантуру МЭИ на кафедру передатчиков. Святая наивность! Как и следовало ожидать, кадровая комиссия отклонила его кандидатуру. Так он попал в лабораторию Брука, где блестяще справился с ролью руководителя работ по машине М-1, а затем ЭВМ М-3.

Мне очень хотелось найти что-либо из воспоминаний самого Н.Я. Матюхина об этом времени. Роясь в своем архиве, я обнаружил газету «Энергетик» Московского энергетического института за 23 октября 1976 г., целиком посвященную 25-летию кафедры вычислительной техники. И в ней, к моей великой радости, оказалась заметка «Первые шаги» Н.Я. Матюхина, тогда уже доктора технических наук, профессора.

«Заканчивая радиотехнический факультет МЭИ, я всерьез увлекся работой в области УКВ радиопередающих устройств и даже не представлял себе крутого поворота, который ожидал меня после окончания института. Через месяц после защиты диплома меня пригласил к себе проректор МЭИ Чурсин и познакомил с невысоким, чрезвычайно живым и энергичным человеком, который принялся дотошно выспрашивать о моих интересах и моей работе. В заключение он пригласил меня на „современную“ работу в один из институтов Академии наук. Это был член-корреспондент АН СССР И.С. Брук, мой будущий наставник и руководитель.

В те времена Академия наук казалась мне какой-то недостижимой для простых смертных вершиной, простое пребывание на которой было чем-то невероятным. Должен, кстати, заметить, что в то время и распределение на РТФ было значительно более „жестким“, — многих наших выпускников-москвичей направляли не в НИИ, а на заводы, в том числе периферийные.

Я согласился не раздумывая и даже не представляя себе эту „современную“ работу, ведь в Академии наук любая работа должна быть сверхинтересной! Она действительно оказалась такой, — я стал участником создания одной из первых отечественных цифровых вычислительных машин.

Это направление в Москве развивалось в то время в трех совершенно различных по организации работы группах — академиком С.А. Лебедевым (ИТМ и ВТ АН СССР), чл. — корр. И.С. Бруком и Ю.Я. Базилевским (ныне НИЦЭВТ).



Наша группа была самой малочисленной и, наверное, это было одним из главных факторов, заставивших Брука направить наши усилия на создание малых (по тем временам) ЭВМ. Никто из новобранцев, естественно, не представлял себе всей сложности работы, а собрал Брук к этому времени неполный десяток выпускников МЭИ, МАИ и Горьковского университета. Наверное, поэтому мы и не сомневались, что сделаем машину, хотя уровень радиоэлектронной техники тех лет у опытных специалистов мог бы вызвать серьезные опасения в реальности этой затеи. К счастью, мы не имели никакого понятия о теории надежности, о том, что лампы и радиодетали имеют свойство довольно часто отказывать, и без каких-либо колебаний принялись за работу.

Моим первым производственным заданием была сборка комбинационного трехходового сумматора на ламповых диодах 6х6. Занявшись поначалу перебором комбинаций единиц и нулей, я вспомнил, что в лекциях О.А. Горяинова по курсу „Автоматика и телемеханика“, который нам, радистам, казался второстепенным по сравнению с радиолокацией или импульсной техникой, было что-то схожее. Лекции по всем специальным предметам я сохранял, поскольку техническая литература в то время была достаточно дефицитной, и, порывшись в них, воспользовался при докладе о ходе работы уравнениями булевой алгебры, чем заслужил одобрение Брука.

Работать с Бруком нам, молодежи, было крайне интересно. Он непосредственно руководил деятельностью нашей группы, что, конечно, очень воодушевляло. Разговоры в кабинете были весьма редкими, — обычно он утром врвался в нашу комнату и вступал в беседу прямо за рабочим столом. Одним из принципиальных решений, которое, как мне кажется, предопределяло успех нашей первой машины и короткие сроки ее создания, был курс, принятый Бруком на широкое использование полупроводниковых элементов. Тогда они были представлены в нашей промышленности только малогабаритными купроксными выпрямителями, которые выпускались для нужд измерительной техники.



Брук договорился о выпуске специальной модификации такого выпрямителя размером с обычное сопротивление, и мы создали набор типовых схем. В мастерской при лаборатории началось изготовление и монтаж блоков, и менее чем через год машина уже „задышала“ (а было в ней несколько сотен ламп и несколько тысяч купроксов). Когда начинался сеанс работы с машиной, управление которой осуществлялось по прямому проводу полевым телефоном, посетители павильона

ВДНХ, где демонстрировались достижения Академии наук, сбегались к нашей экспозиции со всего зала и получали отпечатанные результаты счета.

Занимаясь созданием АЦВМ М-1 (так называлась эта машина), мы вынуждены были разбираться в самых разных вопросах — от регуляторов напряжения для мощных мотор-генераторов постоянного тока, служивших источниками вторичного питания машины, до разработки системы команд и программирования первых задач.

Сам выбор системы команд был для нас делом непростым — в то время общепринятой и наиболее естественной считалась трехадресная система, шедшая еще от работ фон Неймана, которая требовала достаточно большой разрядности регистрового оборудования и памяти. Наши ограниченные возможности стимулировали поиск более экономных решений.

Как иногда бывает в тупиковых ситуациях, помог случай. Брук в то время пригласил на работу молодого математика Ю.А. Шрейдера. Шрейдер, осваивая вместе с нами азы программирования, обратил наше внимание на то, что во многих формулах приближенных вычислений результат операции становится для следующего шага одним из операндов. Отсюда было уже недалеко до первой двухадресной системы команд. Наши предложения были одобрены Бруком и после АЦВМ М-1 получили дальнейшее развитие в машине М-3. Последующий ход событий привел М-3 в Минск, где заканчивалось строительство первого корпуса завода вычислительных машин им. С. Орджоникидзе. Там, в полукустарных условиях, и была выпущена небольшая партия этих машин, вслед за которой завод начал разработку и выпуск широко известной серии машин „Минск“.

Вот так и получилось, что генеалогические корни этой серии уходили в скромное помещение бывшей лаборатории электросистем Энергетического института Академии наук (а если быть более точным, то в подвал, где И.С. Брук впервые демонстрировал наше детище академику Андронову).

В заключение я хотел бы заметить, что намеренно ограничился только упоминанием своих учителей и старших руководителей. Много можно было бы вспомнить о моих товарищах по работе этих лет, сегодня известных специалистах в области вычислительной техники, но ограничиться одной-двумя фамилиями невозможно, а для большего рамки настоящей статьи слишком малы».

В 1957 г. Николай Яковлевич перешел на работу в Научно-исследовательский институт автоматической аппаратуры Минрадиопрома, где, будучи главным инженером, принимал участие в работах по созданию ЭВМ для ПВО страны, был главным конструктором серийных ЭВМ и управляющих комплексов специального назначения. Именно здесь в полном объеме проявились его талант и гигантская работоспособность.

В 1962 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию, а в 1972 г. получил степень доктора технических наук. Как крупный специалист по вычислительной технике, один из тех, кто заложил основы развития электронного вычислительного машиностроения в СССР, в 1979 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР по отделению «Механика и процессы управления». В 1976 г. за работы в области систем управления был удостоен Государственной премии СССР. Научно-исследовательскую работу он успешно совмещал с педагогической — был профессором базовой кафедры московского Института радиоэлектроники и автоматики.

Среди важнейших научных результатов, полученных Н.Я. Матюхиным в теории вычислительных машин и систем, следует выделить разработку архитектурных

принципов построения вычислительных машин и комплексов для сложных территориальных автоматизированных систем управления (реального времени) и систем передачи данных в них.

Матюхин был главным конструктором многих вычислительных машин и комплексов, имеющих важное оборонное значение. Под его руководством разработано семейство сложных вычислительных комплексов второго и третьего поколений, выпускаемых промышленностью и успешно эксплуатирующихся. Например, один из таких комплексов производится и применяется уже более десятка лет благодаря своим высоким эксплуатационно-техническим характеристикам и архитектурным особенностям, обеспечивающим эффективное системное применение в различных мобильных и стационарных средствах ПВО.

Впервые созданные в СССР Н.Я. Матюхиным в период 1968–1971 гг. многомашинные комплексы на основе ЕС-подобных ЭВМ показали их высокую эффективность для применения в развивающихся системах. Дальнейшее развитие этих принципов позволило Матюхину в период 1972–1975 гг. создать центр коммутации данных для информационных сетей, также явившийся первой крупной отечественной работой в этом бурно развивающемся в последние годы научно-техническом направлении.

Являясь главным конструктором ряда крупных разработок, Н.Я. Матюхин одним из первых отечественных ученых почувствовал острую необходимость в автоматизации проектирования средств вычислительной техники и начиная с 1964 г. выполнил ряд основополагающих исследований в этом важнейшем направлении. Под руководством и при непосредственном участии Матюхина издается первая отечественная книга в этой области («Применение ЦВМ для проектировании цифровых устройств», 1968 г.). В ней выдвинуты и обоснованы принципы построения систем автоматизированного проектирования средств вычислительной техники, лежащие ныне в основе многих разработанных и проектируемых САПР. В это же время Матюхиным был разработан язык моделирования цифровых устройств (МОДИС) и первая система моделирования ЭВМ, нашедшие широкое применение; разработан комплексный подход к проектированию приборов, объединявший логическое моделирование с процессом автоматизированного конструирования; разработаны принципы сопряжения САПР с системой подготовки производства и выполнен ряд работ по автоматизации планово-производственных задач, возникающих при освоении новых изделий.

На созданной под руководством Н.Я. Матюхина первой в СССР системе автоматического проектирования (АСП-1) в 1968–1969 гг. было проведено комплексное проектирование крупной ЭВМ третьего поколения.

В 1969 г. под его научным руководством и по его инициативе проводился Первый всесоюзный семинар по автоматизированному проектированию ЭВМ, в котором принял участие практически весь круг ведущих отечественных специалистов, были обсуждены и сформулированы важнейшие научные и практические проблемы в этой области.

В 1975–1977 гг. Н.Я. Матюхин в составе созданной по поручению СМ СССР прогнозной комиссии по проблемам автоматизации проектирования руководил разработкой раздела, посвященного САПР в радиоэлектронике, где им лично были разработаны основные классификационные характеристики САПР, сформулированы тенденции развития и основные проблемы в этой области на период 1980–1985 гг.

Проблемные доклады Матюхина на Всесоюзных научных конференциях и семинарах по автоматизации проектирования неизменно вызывали большой интерес у специалистов, работающих в этой области.

Им написано около ста научных работ (в том числе семь изобретений). В 1980 г. за высокие трудовые заслуги он был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

«В личной жизни, в кругу сослуживцев, друзей, семьи Николай Яковлевич проявлял себя как очень добрый, скромный, внимательный человек, преданный друзьям, семье, своим детям, — вспоминает его жена Т.М. Александриди. — По характеру он был очень эмоциональным и увлекающимся человеком, умевшим заечь всех окружающих своими идеями. Это относится как к работе, так и к занятиям в свободное время, например, спорту, развлечениям в кругу друзей или путешествиям.

Любимым увлечением Николая Яковлевича в свободное время было занятие спортом, но, конечно, по-любительски. Летом, в отпускное время — байдарочные походы с семьей, друзьями по рекам средней полосы России. Были путешествия по рекам Урала, Калининской, Вологодской и др. областей. Иногда путешествия совершались на автомашине или велосипеде. В зимнее время любимым отдыхом Николая Яковлевича было катанье на горных лыжах. Несмотря на то, что Николай Яковлевич „встал“ на горные лыжи очень поздно, примерно в 40 лет, у него выявились очень хорошие способности, и он достиг весьма приличного для любителя уровня.

Наша семья всегда была очень дружной, и у родителей и детей оказались общие интересы, как на работе, так и вне ее. Сын — Борис — окончил МЭИ по вычислительной технике, защитил в 1981 г. кандидатскую диссертацию по проблематике автоматического синтеза тестов. Дочь — Екатерина — окончила МАИ по радиоэлектронике, защитила в 1989 году кандидатскую диссертацию в области микропроцессорной техники».

Тамара Миновна Александриди тяжело переживала безвременную смерть мужа, наступившую 4 марта 1984 г, и свято хранит память о любимом человеке.

Я сердечно благодарю Т.М. Александриди и ее коллег за помощь в подготовке книги.



## Секреты послевоенных лет

Материалы (ранее бывшие секретными) о разработках, выполненных под руководством Н.Я. Матюхина в НИИ автоматической аппаратуры, передал автору А.В. Залкинд.

«В 1957 г. мы решили перейти в НИИ автоматической аппаратуры Минрадиопрома, чтобы разрабатывать советский вариант СЭЙДЖа (так называлась американская система ПВО. — Прим. авт.). Мы — это группа в составе, Н.Я. Матюхина — лидера группы, А.Б. Залкинда, О.В. Росницкого, А.И. Щурова.

НИИ был создан в 1956 году. Директором НИИ и Генеральным конструктором намеченной к разработке системы ПВО был Г.Л. Шорин. В 1958 году наша группа подключилась к работам на макетном стенде „Земля“.

В системе „Земля“ все начиналось с телеграфных аппаратов. Информация о „движущихся объектах“ в координатах сетки ПВО передавалась по телеграфной сети. Телеграфисты, оформляя сообщения, передавали их операторам цифровых пультов, которые кодировали дискретные данные. Данные с пультов поступали на аппаратуру пересчета данных (АПД), где на выходе формировались прямоугольные координаты и курс объектов. Выходные данные хранились на магнитном барабане (МБ), выполняющем роль буферного узла. С МБ данные поступали на ЭВМ для вторичной обработки и на рабочее место (РМ), использующее специальную ЭЛТ типа „характрон“. Буквы, цифры и логические знаки воспроизводились методом маскирования луча. „Кнопфельное“ механическое устройство с кнопкой позволяло выдавать на ЭЛТ формулы с привязкой их к отметкам о самой цели.

Вся аппаратура стенда была настроена в кратчайшие сроки, и Государственная комиссия завершила работу во II квартале 1960 г. Выводы были отрицательными из-за низких надежностных и габаритно-массовых характеристик всех узлов, содержащих радиолампы.

Было принято решение о полном запрете радиоламп в наших дальнейших разработках.

Упоминание о стенде „Земля“ (с чего мы все начинали в 1960 г.) сделано для того, чтобы более рельефно представить последующие успехи нашего коллектива. Прошло всего 15 лет, и за спиной института уже была действующая глобальная сеть из более чем 20 региональных центров коммутации сообщений ЦКС. Эта сеть ЦКС обеспечивает круглогодично почти „бессбойный“ обмен информацией в системе ПВО.

Работа над первой отечественной полупроводниковой ЭВМ „Тетива“ для этой системы началась с макетной проработки в 1960 году.

„Тетива“ была первой отечественной ЭВМ, где в устройстве управления использовалась микропрограмма, хранящаяся в матрице ДЗУ. Позже микропрограммное управление было применено в ЭВМ НАИРИ (1964 г.), в ЭВМ МИР и ЕС-1020.

Арифметическое устройство (АУ) „Тетивы“ использовало только прямые коды операндов. Такое АУ было более дорогим по оборудованию, чем известные, но самым быстрым и самоконтролируемым.

Программа „Тетивы“ хранилась в ДЗУ. Этим обеспечивалось безотказное ее выполнение. Производство ЭВМ „Тетива“ было освоено заводом в Минске. В 1962 г. восемь машин были установлены на объектах. Первичный ввод информации в „Тетиву“ выполнялся с помощью „кнюпфельной“ кнопки для съема с экрана ЭЛТ характеристик первичной обстановки — координат объектов. Программа в ЭВМ обеспечивала их полуавтоматическое сопровождение.

Для обеспечения постоянной круглосуточной работы системы ПВО был подготовлен и использован „безотказный ВК“ на базе 2-х „Тетив“. При любых сбоях в ВК переключались сами „Тетивы“.

Более 30 лет (бессменно) трудился комплекс и даже „засек“ в 1986 г. пролет Руста...

Еще не кончился этап освоения системы ПВО на основе „Тетивы“, как полным ходом начались макетные работы над первым возимым вариантом ЭВМ 5Э63 и 5Э63.1. В 1967 году после успешных испытаний в Капустинном Яре (военный полигон под Астраханью. — Прим. авт.) машины были запущены в серийное производство. С тех пор выпущены многие их сотни.

В 1967 г. была начата работа над первой ЕС-подобной ЭВМ в блочном исполнении — 5Э76. Первая ЭВМ 5Э76 была использована в составе комплекса из 6-ти ЭВМ.

В 1969 г. начались проработки АСУ „глобального“ масштаба — от берега балтийского до берега тихоокеанского... Главным в ней было обеспечение связи через ЦКС и постоянная круглосуточная (круглогодичная) работа в автоматическом режиме. Имевшиеся в составе ЦКС рабочие места операторов хотя и реализовали связь „человек-машина“, но их наличие в системе было не обязательным.

Исходя из ограниченных площадей объектов ЦКС и требований надежности, для них был выбран 2-машинный ВК: из 2-х ЭВМ 5Э76-Б (модернизированная 5Э76). Новый ВК именовался 65с180. Всего за период 1972–1992 гг. было изготовлено 32 машины 65с180».

Основные характеристики перечисленных выше ЭВМ и ВК приведены в табл. 1. Все они были созданы при непосредственном руководстве со стороны Н.Я. Матюхина, его соратниками и учениками (В.П. Харитонов, А.В. Тамошинский, А.Л. Залкинд, Г.С. Вильпанский, Г.Г. Карпов, Ю.С. Бравый, В.А. Луцкекин, Л.А. Шифрина, В.А. Бирюков). Сейчас это уже история...

За этими, казалось бы, скромными цифрами стоит огромный труд Н.Я. Матюхина, работавших с ним сотрудников, заводов, выпускавших созданные ЭВМ, организаций, разрабатывавших, устанавливающих и обслуживающих системы ПВО. Эта тема еще ждет своего автора...

**Таблица 1**



## Второе рождение М-3

М-3 стала одной из первых ЭВМ класса малых машин, подготовленной для серийного производства. Машина была настолько проста в изготовлении и эксплуатации, что ряд организаций смогли самостоятельно изготовить ее и наладить у себя по документации, выпущенной во ВНИИЭМ. В 1958 г. конструкторская документация, на ЭВМ М-3 была передана Минскому заводу счетных машин для выпуска малой серии.

Так, по стечению обстоятельств, детище И.С. Брука и его ученика Матюхина, разработанное в Москве, стало выпускаться в Минске — на родине Брука.

Первая ЭВМ, выпущенная в сентября 1959 г., имела оперативное запоминающее устройство на магнитном барабане (2048 31-разрядных слов), что ограничило производительность до 30 операций в секунду, несмотря на арифметическое устройство параллельного действия.

Машины зарекомендовали себя весьма положительно, и поэтому было принято решение о их модернизации. К запоминающему устройству на магнитном барабане было добавлено ЗУ на ферритовых сердечниках, что повысило производительность до 1500 операций в секунду. Ранее выпущенные ЭВМ М-3 были оснащены новым ЗУ.

Через год перед коллективом СКВ завода была поставлена задача создать новую более совершенную машину, недорогую, простую в наладке и эксплуатации, легко приспособляемую к потребностям заказчика. Такой стала ЭВМ «Минск-1» (главный конструктор Г.П. Лопато) — двухадресная машина производительностью 3000 операций в секунду. Конструктивно она была выполнена в виде автономных функционально законченных устройств. Простые логические схемы, агрегатная конструкция машины и огромный энтузиазм сотрудников СКВ и завода позволили завершить разработку в предельно сжатые сроки. Одновременно велась подготовка производства. Через 14 месяцев завод выпустил первую ЭВМ «Минск-1»!

Агрегатная конструкция машины позволяла сократить сроки наладки машин, значительно упрощала профилактические работы у пользователей, обеспечила быструю разработку ряда модификаций «Минск-1» по требованиям заказчиков: «Минск-11» (гл. конструктор В.Л. Салов) — для работы с каналами связи,

1961 г.; «Минск-12» (гл. конструктор В.Я. Симхес) — с увеличенными объемами запоминающих устройств, 1962 г.; «Минск-14» (гл. конструктор Л.И. Каберник) — для работы с каналами связи с большими объемами запоминающих устройств, 1962 г.; «Минск-16» (гл. конструктор В.Т. Манжалей), — для обработки телеметрической информации с искусственных спутников Земли, 1962 г.).

ЭВМ «Минск-1» могла быть доведена у пользователя до любой из этих модификаций. Эти модели выпускались заводом в 1960–1964 годах и были самыми распространенными малыми ЭВМ первого поколения в бывшем

Советском Союзе. Они использовались в высших и средних учебных заведениях, НИИ и КБ, часть машин работала на заводах, где применялась главным образом для решения инженерно-технических задач.

В 1962 г. была завершена разработка ЭВМ «Минск-100» — для обработки дактилоскопических отпечатков (эксплуатировались в Минске и Ленинграде).

Одна машина «Минск-1» была установлена на научно-исследовательском судне «Сергей Вавилов» для обработки научных исследований непосредственно в плавании и вполне удовлетворительно работала в тропиках.

Машины М-3 и «Минск-1» стали родоначальниками двухадресных машин второго поколения, разработанных в Минске. Впервые в отечественной практике минчане освоили серийное производство оперативных запоминающих устройств на ферритовых сердечниках.

Успех в выпуске и использовании машин М-3 и «Минск-1» окрылил коллектив разработчиков. Был разработан проект технического задания на полупроводниковую ЭВМ «Минск-2». Госкомитет по радиоэлектронике СССР, которому послали его на согласование, ответил, что считает нецелесообразным заниматься разработкой новых машин в Минском СКВ, поскольку основная задача СКВ — разработка стендовой аппаратуры, совершенствование технологических процессов, сопровождение и модернизация ЭВМ, выпускаемых заводом.

Коллектив СКБ был уверен, что задача создания ЭВМ второго поколения ему по плечу и что он успешно ее выполнит. Создавшееся положение обсуждалось у Председателя Совнархоза БССР А.М. Тарасова. Он поддержал СКБ, утвердил ТЗ, обеспечил финансирование, и за два года ЭВМ «Минск-2» была разработана, сдана Государственной комиссии с высокой оценкой и в 1963 г. было начато ее производство. Это была первая в Советском Союзе серийная малая универсальная ЭВМ второго поколения (на полупроводниковых элементах), предназначенная для решения научных, инженерных и некоторых экономических задач для эксплуатации в вычислительных центрах, научно-исследовательских организациях, конструкторских бюро и промышленных предприятиях (главный конструктор В.В. Пржиялковский).

Машины второго поколения серии «Минск» делились на 2 группы. К первой относились «Минск-2», «Минск-22», «Минск-22 М» с базовой машиной «Минск-2».

Ко второй группе относились ЭВМ «Минск-23» и «Минск-32» (главный конструктор В.Я. Пыхтин). Помимо указанных основных моделей с целью расширения возможностей применения машин были созданы модификации «Минск-26» и «Минск-27», а также вычислительные комплексы из ЭВМ первой и второй групп.

Универсальная ЭВМ «Минск-22» (гл. конструктор В.К. Надененко) ориентирована на решение более широкого круга различных задач, что было достигнуто за счет развития и улучшения ряда параметров по сравнению с базовой моделью: вдвое увеличен объем оперативной памяти, в четыре раза — объем внешнего накопителя на магнитной ленте, расширен набор вводных и выводных устройств (фотосчитывающие механизмы ВСМ-3М, ФС-5, перфоратор ленточный типа ПЛ-80; устройство печатающее алфавитно-цифровое АЦПУ-128-2 и др.); впервые в отечественной практике реализована возможность алфавитно-цифрового общения с человеком (прямой ввод, обработка, хранение и вывод алфавитно-цифровой информации); осуществлена простая и экономичная система прерывания программы, позволившая оптимизировать процесс вычислений. Внедрена в серийное производство в 1965 г. Некоторые недостатки структуры и логики машины «Минск-22» были устранены в следующей модели «Минск-22 М» (гл. конструктор В.В. Пржиялковский): были подключены более производительные периферийные устройства, уменьшены габариты машины. Все это позволило на 25–30 % улучшить соотношение производительность — стоимость.

Характерными особенностями машины первой группы являются простота в эксплуатации и производстве, высокая относительная надежность, дешевизна, что достигнуто благодаря однотипности структуры, конструкции элементной базы. Все они выполнены на базе процессора одной структуры.

Машины второй группы имели определенное функциональное назначение. «Минск-26» (1963 г., главный конструктор Н.А. Мальцев) предназначалась для обработки метеорологической информации, получаемой с ИСЗ системы «Метеор», а «Минск-27» (1964 г.), была предназначена для обработки телеметрической информации при высотном зондировании атмосферы. В процессе разработки этих моделей впервые в отечественной практике была совмещена работа лентопротяжных механизмов машины и телеметрических систем с работой вычислителя методом «приостановок» последнего.

## Организатор компьютеростроения Беларуси

Большой вклад в развитие работ в области вычислительной техники в Минске внес член-корреспондент Российской Академии наук Георгий Павлович Лопато. С его именем связано становление и развитие вычислительной техники в Беларуси.

Георгий Павлович Лопато родился 23 августа 1924 г. в деревне Озерщина Речицкого района Гомельской области. Его отец, Павел Алексеевич, сын крестьянина, в 1916 г. окончил Горецкую сельскохозяйственную академию, участвовал в гражданской войне в составе Первой Конной армии. После окончания войны работал землемером, а в 1924 г. поступил в Ленинградский политехнический институт, который окончил в 1929 г. Работал главным инженером одного из московских заводов, а затем преподавателем в Московском институте механизации и электрификации сельского хозяйства.

Георгий поступил в школу в 1931 г. и в 1941 г. закончил ее. Летом 1941 г. участвовал в строительстве оборонительных укреплений на подступах к Москве. В октябре 1941 г. был призван в Красную Армию и зачислен рядовым в 314-й отдельный батальон Московского округа ПВО. В 1946 г. был демобилизован и поступил на электрофизический факультет Московского энергетического института, который окончил в 1952 г., получив квалификацию инженера электромеханика.

Трудовую деятельность начал инженером в НИИ электропромышленности Госплана (сейчас ВНИИ электромеханики) в Москве, где принимал участие в разработке электромеханических устройств. В 1954 г. был откомандирован на несколько месяцев в Лабораторию управляющих машин и систем (ЛУМС) АН СССР, где под руководством Н.Я. Матюхина и В.В. Бельнского основательно познакомился с ЭВМ М-3.

Когда машину М-3 изготовили во ВНИИЭМ, он участвовал в ее наладке. В конце 1957 г. техническая документация на М-3 была передана в Академии наук Китая и Венгрии. В Пекине на телефонном заводе был изготовлен образец для Института вычислительной техники Академии наук Китая. Для оказания помощи в ее наладке и запуске в эксплуатацию в Китай был командирован Г.П. Лопато. Он успешно справился с непростым заданием. После возвращения его пригласили в Минск на должность главного инженера СКБ Минского завода счетных машин, где он и начал работать с 20 апреля 1959 г. Через пять лет его назначили начальником СКБ, а затем, в 1969 г, руководителем Минского филиала НИЦЭВТ. В 1972 г., когда филиал был преобразован в НИИ ЭВМ, Лопато становится его директором.





За 28 лет под руководством и при непосредственном участии Лопато институтом было создано 15 моделей ЭВМ «Минск» первого и второго поколений, (11 серийных моделей и 4 по отдельным заказам), 5 моделей ЕС ЭВМ, модели ПЭВМ, 6 специальных вычислительных комплексов, ряд операционных систем и систем программирования и более 50 типов внешних устройств.

Г.П. Лопато был главным конструктором ЭВМ «Минск-1», многомашинной системы однородных вычислительных машин «Минск-222», системы коллективного пользования «Нарочь», которая объединяла 12 ЭВМ ЕС и являлась инструментальным комплексом НИИ ЭВМ для проектирования программных и технических средств. Он был заместителем главного конструктора системы 70К1 (главный конструктор — академик В.С. Семенихин) — сложной информационно-логической системы управления, оснащенной аппаратурой различного функционального назначения, а также главным конструктором ряда возимых ЭВМ.

Г.П. Лопато стал одним из создателей Минской школы проектирования средств вычислительной техники, которая отличалась практичностью, — решение технических и экономических проблем разработки изделий рассматривалось как единая проблема, в которой особое внимание уделялось вопросам удешевления, живучести и преемственности средств вычислительной техники. Ее деятельность проверена практикой, — запуск изделия в серийное производство осуществлялся в короткие сроки (например, выпуск машин «Минск-32» и ЕС-1020 начался через 2 месяца после окончания разработки).



В продолжение всей своей деятельности Лопато уделял большое внимание подготовке кадров. В Минском радиотехническом институте он создал и 10 лет возглавлял кафедру «Вычислительные машины и системы». В 1969 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1975 г. — докторскую. В 1979 г. был избран членом-корреспондентом АН СССР по специальности вычислительные машины и системы машин. Профессор. Ныне является иностранным членом Российской Академии наук. Им опубликовано более 120 работ и получено 45 авторских свидетельств.



Г.П. Лопато — лауреат Государственной премии СССР, награжден орденами Ленина (1983 г.), Октябрьской революции (1972 г.), Трудового Красного Знамени (1976 г.), «Знак Почета» (1966 г.), 9 медалями, 4 Почетными Грамотами Верховного Совета БССР.

Живет в Минске. После ухода на пенсию в 1987 г. организовал и возглавил научно-инженерный центр «Нейрокомпьютер», входящий в состав Инженерной технологической академии Беларуси.

Заочно я давно знал руководителя минской школы разработчиков ЭВМ, но познакомился с ним лишь в начале 80-х годов, когда предпринял попытку объединить силы разработчиков персональных ЭВМ разных министерств. Лопато оказался единственным, кто поддержал мой замысел. Руководимый им институт (с участием Института кибернетики им. В.М. Глушкова АН Украины) выполнил большой объем работ, связанный с проектированием персональных ЭВМ и передачей их в серийное производство.

С первых дней знакомства мы сразу нашли общий язык. Меня покорили мягкий характер Георгия Павловича, его интеллигентность, доброжелательное отношение к людям и огромный опыт в разработке ЭВМ. Под стать руководителю был и коллектив его института. Многочисленные ученики и помощники Лопато работали как хорошо отлаженная машина. У него не было проблем при выходе на пенсию. Институт возглавил его ученик В.Я. Пыхтин, слушавший еще студентом лекции С.А. Лебедева. Г.П. Лопато продолжает работать в институте, — его знания и опыт по-прежнему приносят разработчикам новых машин большую пользу.



М.А. Карцев принадлежит к той категории ученых, официальное и полное признание огромных заслуг которых приходит, по тем или иным причинам, после смерти, притом далеко не сразу. Академическая элита не удостоила его академических званий. Лишь десять лет спустя после его ухода из жизни основанный им Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов НИИВК (Москва) получил имя своего создателя.

Компьютерная наука и техника были его призванием. Они приносили ему и счастье творчества, и огорчения. Им он посвящал все свое время — на работе, дома, на отдыхе.

«Сколько я помню отца, — вспоминает его сын Владимир, — вся его жизнь проходила, в основном, в работе. У него не было хобби в общепринятом смысле этого слова. В свободное время он в основном читал. Иногда мы ходили в кино. Он никогда не занимался спортом, был активным противником дачи и машины. Однако с возрастом, когда у отца заболела нога, он все же приобрел „Волгу“ и полюбил ее. Учиться водить машину в его возрасте было трудно, но в Москве он ориентировался прекрасно.

Отец был не из тех людей, кто жалуется на свои проблемы и склонен обсуждать их, из него практически невозможно было вытянуть фронтовые воспоминания, он жил не прошлым, а будущим.»

Михаил Александрович Карцев родился в Киеве 10 мая 1923 года в семье учителей. Отец умер в том же году. Михаил вместе с матерью жил в Одессе, в Харькове, а с 1934-го по 1941 год — в Киеве, где в 1941 году окончил среднюю школу. Летом 1941 года его направили на оборонительные работы в Донбасс, а в сентябре призвали в армию, где он служил до февраля 1947 года. В годы Великой Отечественной войны танкист Карцев воевал в составе Юго-Западного, Южного, Северо-Кавказского и 2-го Украинского фронтов. Принимал участие в освобождении Румынии, Венгрии, Чехословакии, Австрии. За мужество, проявленное в боях, его, двадцатилетнего старшину, наградили медалью «За отвагу», орденом Красной Звезды, медалями «За взятие Будапешта» и «За победу над Германией». В ноябре 1944 года на фронте он стал кандидатом в члены КПСС, а в мае 1945 года был принят в члены КПСС.

После демобилизации М.А. Карцев поступил учиться в Московский энергетический институт (МЭИ) на радиотехнический факультет. На третьем году обучения экстерном сдал экзамены за следующий год и в 1950 году, будучи студентом 5-го курса, поступил на работу в лабораторию электросистем Энергетического института АН СССР (по совместительству), где принял участие в разработке одной из первых в Советском Союзе вычислительных машин — М-1. В 1952 году его направили в Энергетический институт АН СССР, где он был зачислен уже на постоянную работу в лабораторию электросистем в качестве младшего научного сотрудника. Работая над созданием ЭВМ М-2, он проявил незаурядные способности. Машина была создана небольшим коллективом всего за полтора года! (БЭСМ разрабатывалась вдвое дольше и куда более крупным коллективом!). Конечно, ЭВМ М-2 уступала БЭСМ по характеристикам, но, как выразился сам Карцев, «это была машина солидная».

В 1957 году директор Радиотехнического института АН СССР академик А.Л. Минц обратился к И.С. Бруку с предложением разработать электронную управляющую машину (ЭУМ) для управления новым экспериментальным радиолокационным комплексом. Если быть точным, то подтолкнул его на это Брук. Случайно встретившись с Минцем на Кисловодском курорте он рассказал ему о работах своей лаборатории и заинтересовал возможностью использования ЭВМ в составе радиолокационных комплексов. Предложение было принято, и в декабре 1957 года Брук и Минц утвердили техническое задание на ЭУМ М-4. Руководителем работы по созданию машины был назначен М.А. Карцев. Этим было положено начало его деятельности в области создания средств вычислительной техники, ориентированных на использование в системах раннего предупреждения о ракетном нападении и наблюдения за космическим пространством. На то время это были наиболее сложные задачи по количеству

информации, подлежащей обработке, по требованиям к скорости вычисления, объемам памяти и надежности технических средств.

К 1957 году электронной промышленностью были освоены и серийно выпускались первые отечественные транзисторы. Поэтому М-4 решено было проектировать на полупроводниковых приборах.

Для проведения работ по созданию ЭУМ, в только что организованном Институте электронных управляющих машин АН СССР была создана специальная лаборатория № 2 под руководством Карцева. В марте 1958 года состоялась защита эскизного проекта машины М-4, а в апреле того же года вышло постановление Совета Министров СССР об изготовлении электронной управляющей машины М-4. Был определен и завод-изготовитель, уже имевший опыт изготовления вычислительных машин; главным инженером этого завода работал А.Г. Шишилов, руководителем конструкторского бюро — В.С. Семенихин (впоследствии — академик, директор Научно-исследовательского института автоматической аппаратуры, Герой Социалистического труда, лауреат Ленинской и Государственных премий). В апреле 1958 года полный комплект конструкторской документации был передан на завод-изготовитель, и началась подготовка производства. Разработчики М-4 активно участвовали в ней на всех этапах изготовления и настройки. Этот опыт позволил коллективу во всех последующих разработках обеспечивать высокую технологичность разрабатываемых ЭВМ и особенно их отладки.

В 1959 году заводом были изготовлены и поставлены под комплексную настройку два комплекта М-4. В конце 1960 года первый комплект заработал и был передан Радиотехническому институту.

Для решения задач управления и обработки радиолокационной информации в реальном времени потребовалось устройство сопряжения станции с машиной М-4. В январе 1961 года директором ИНЭУМ И.С. Бруком было утверждено согласованное с представителями Радиотехнического института АН СССР техническое задание на быстродействующее устройство первичной обработки информации УПО, совместимое с машиной М-4. Руководство работами было поручено Ю.В. Рогачеву, тогда старшему инженеру.



Полный комплект конструкторской документации на УПО летом 1961 года был передан на завод-изготовитель (это был тот же завод, который выпускал машину М-4), а в марте 1962 года это устройство и изготовленный ранее второй комплект ЭУМ М-4 были поставлены под комплексную настройку и стыковку. В разработке устройства первичной обработки принимал участие инженер В.М. Емелин. Вели производство на заводе старший инженер Ю.В. Рогачев, инженеры В.И. Никитин и В.Я. Рожавский. В настройке участвовал старший инженер Б.А. Братальский.

В июле 1962 года совместные испытания ЭУМ М-4 с УПО и экспериментального комплекса были завершены и началась опытная эксплуатация разрабатываемой системы.

(Основные технические характеристики ЭУМ М-4 даны в Приложении 7.)

В ноябре 1962 года вышло постановление о запуске ее в серийное производство. Однако Карцев, поддержанный коллективом, предложил разработать и запустить в серийное производство новую машину, устранив в ней недостатки, имевшиеся в М-4, сделав ее более технологичной по изготовлению и настройке. Кроме того, к этому времени была отработана новая система логических элементов с применением высокочастотных транзисторов, способная обеспечить значительно большее быстродействие. Появились и мощные транзисторы, что позволило полностью исключить из машины радиолампы.

Разработка и выпуск конструкторской документации новой машины М-4М (см. Приложение 8) были проведены в исключительно короткие сроки: в марте 1963 года на завод-изготовитель была передана документация на первый шкаф — арифметическое устройство, а в августе того же года — полный комплект документации на всю машину.

Ровно через год, в августе 1964 года, завод изготовил и поставил под настройку два первых образца машины. Всего два месяца потребовалось для их комплексной стыковки и настройки. В октябре того же 1964 года оба образца выдержали проверку по техническим условиям и были приняты заказчиком. Вместо установленного техническими требованиями быстродействия в 100 тысяч операций в секунду машина выполняла 220 тысяч, что превышало заданное быстродействие в два с лишним раза.

Машина оказалась технологичной в изготовлении и практически не требовала настройки. Производство М-4М продолжалось до 1985 года. (Было выпущено более сотни комплектов.)

Серия машин М-4М имела три модификации, условно обозначенные как 5Э71, 5Э72 и 5Э73, отличавшиеся объемами внутренней памяти. Для расширения возможностей применения дополнительно к ним был разработан ряд абонентских систем (АС-1, АС-2, АС-3 и др.), а также внешний вычислитель 5Э79. На базе этих машин были построены многомашинные вычислительные комплексы, объединенные в мощную вычислительную систему, работающую в реальном времени.

М.А. Карцев вспоминал с волнением и гордостью: «В 1957 году, 25 лет назад, началась разработка одной из первых в Советском Союзе транзисторных машин — М-4, работавшей в реальном масштабе времени и прошедшей испытания».

В ноябре 1962 года вышло постановление о запуске М-4 в серийное производство. Но мы-то прекрасно понимали, что машина для серийного производства не годится. Это была первая опытная машина, сделанная на транзисторах. Она трудно настраивалась, ее было бы трудно повторить в производстве, и кроме того, за период с 1957-го по 1962 год полупроводниковая техника сделала такой скачок, что мы могли бы сделать машину, которая была бы на порядок лучше, чем М-4, и на порядок мощнее, чем вычислительные машины, которые выпускались к тому времени в Советском Союзе. Всю зиму 1962/63 года шли жаркие споры. Руководство института (мы тогда были в Институте электронных управляющих машин) категорически возражало против разработки новой машины, утверждая, что в такие короткие сроки мы этого сделать ни за что не успеем, что это авантюра, что этого не будет никогда.

Конец этим спорам положило решение военно-промышленной комиссии Президиума Совета Министров СССР, изданное в марте 1963 года. И в этом же месяце мы передали предприятию, которое сейчас возглавляет В.А. Курочкин, документацию на первый шкаф машины — арифметическое устройство. К августу 1963 года была передана вся документация на машину, а в августе 1964 года за-вод выставил под настройку два первых образца. В октябре 1964 года, меньше чем через два года после выхода постановления правительства, первые два образца машины ушли в места эксплуатации, а в декабре 1964 года ушло еще пять машин. Эти машины выпускались в течение более чем 15 лет и сейчас еще верно несут свою службу...» (Из доклада, посвященного 15-летию НИИВК.)



По результатам научных исследований, выполненных при разработке машин серии М-4М, были защищены докторская диссертация М.А. Карцевым, кандидатские диссертации Л.В. Ивановым, Ю.В. Рогачевым, Р.П. Шидловским, Ю.Н. Мельником, Е.А. Брательским. В процессе проведения работ отдел, возглавляемый М.А. Карцевым, расширился до 200 сотрудников. Было образовано пять лабораторий, которые возглавили кандидаты технических наук Ю.В. Рогачев, Л.В. Иванов, Р.Л. Шидловский, Е.В. Гливенко, Ю.Н. Мельник. В работах принимали участие около 30 конструкторов ИНЭУМ, а также службы института. Большой вклад в создание машины внесли Г.И. Танетов, В.А. Брик, Л.З. Либуркин, А.Г. Коновалов, Л.В. Иванов, Р.П. Шидловский, Р.П. Макарова, Г.М. Кабаенкова, В.М. Емелин, Ю.Н. Мельник. М.А. Карцеву была присуждена Государственная премия СССР (1967 г.).

## Опережая время

Казалось, можно было успокоиться, отдохнуть от напряженнейшего труда или, во всяком случае, сделать передышку.

Этого не получилось и, наверно, просто не могло получиться. Еще в 1966 году Карцев выдвинул идею создания многомашинного вычислительного комплекса, построенного из вычислительных машин, специально разработанных для совместной работы в таком комплексе. Проведенные исследования показали, что производительность комплекса может достигнуть миллиарда операций в секунду. На то время ни одна из машин в мире не имела такой производительности! Это воодушевляло Карцева, увлекало коллектив разработчиков. Уже в 1967 году был разработан эскизный проект комплекса (ВК М-9). При защите в министерстве он получил положительную оценку.

ВК М-9 включал в себя процессор управления и четыре разновидности вычислительных машин: функционально-операторную, числовую, ассоциативную и внешний вычислитель.

Основная идея, заложенная в ВК М-9, состояла в том, что структура вычислительных машин должна быть рассчитана на работу не с отдельными числами, а с группами чисел, представляющими собой приближенные представления функций, либо многомерные вектора. Иными словами, должны быть учтены более глубокие смысловые связи в информации, чем связи, учитываемые в существующих машинах: не только между отдельными разрядами одного числа, но и между отдельными числами, представляющими собой значения одной функции. Соответственно все машинные операции должны быть определены не над пространствами чисел, а над пространствами функций. В число этих операций могут входить сложение, вычитание и умножение функций, сравнение функций, аналогичные операции над функцией и числом, отыскание максимума функций, вычисление неопределенного интеграла, вычисление определенного интеграла от производной двух функций, сдвиг функции по абсциссе и т. д.

Многие из этих операций могут быть истолкованы как известные операции над векторами: сложение и вычитание функций — как сложение и вычитание векторов, вычисление определенного интеграла от производной двух функций — как вычисление скалярного произведения двух векторов, сдвиг функций по абсциссе — как поворот вектора относительно осей координат и т. д.

Главное отличие такой машины (названной Карцевым функционально-операторной) от обычной состояло в организации взаимодействия арифметических устройств АУ. Они работали от одного общего тактирующего генератора, причем каждая машина выполняла свою операцию в течение одного или двух тактов, а в конце каждой операции и в начале следующей обеспечивался (без каких-либо дополнительных потерь времени) обмен информацией между выходом любого АУ и входом любого ЗУ (запись предыдущих операций) и между входом любого АУ и выходом любого ЗУ (чтение исходных данных для следующей операции), а также между АУ.

Векторная числовая машина, включенная в состав ВК М-9, осуществляла операции над частями функций или с многомерными векторами. Ассоциативная машина, обладая высокой производительностью, брала на себя большую часть «неквалифицированной» работы по переборам и упорядочению массивов информации. Числовая машина работала по самостоятельной программе и по программе, синхронизированной с другими машинами ВК М-9. Включение в синхронную работу разнородных вычислительных машин позволяло комплексу сохранить высокую производительность при работе с разнородной информацией и делало его универсальным вычислительным средством для решения широкого класса задач, требующих очень высокой производительности.

К сожалению, вычислительный комплекс М-9 промышленного освоения не получил, но его разработка и успешная эксплуатация макета явились наглядным свидетельством огромного творческого потенциала коллектива, возглавляемого М.А. Карцевым. 1967 год стал знаменательным для разработчиков ВК М-9: был организован Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов НИИВК. Отдел Карцева стал его костяком, а самого Карцева назначили директором. Это было официальным признанием научной школы Карцева.

В 1969 году вышло постановление правительства о создании электронной вычислительной машины М-10, в основу которой была положена векторная числовая машина из ВК М-9.

По словам д.т.н. Л.В. Иванова, «этому предшествовало авторитетное совещание, на котором рассматривалась перспективность двух начатых разработок: „Эльбрус“ (академик С.А. Лебедев) и М-10 (М.А. Карцев). Лебедев решительно высказался против многопроцессорное в „Эльбрусе“ и отстаивал однопроцессорный вариант максимального быстрого действия. Академик Глушков поддержал оба направления. Оба направления и были одобрены» (см. журнал «Вопросы радиоэлектроники», вып. 2 за 1993 г.). В этом же году началась разработка конструкторской документации и последовательная передача ее на завод-изготовитель. С 1970 года на заводе была начата подготовка производства и изготовление экспериментального образца. К середине 1970 года заводу-изготовителю была передана вся конструкторская документация, а через год, в августе 1971 года, завод поставил под настройку экспериментальный образец машины М-10. Одновременно шла корректировка конструкторской документации и изготовление устройств промышленных образцов машины. Этот год был очень тяжелым для М.А. Карцева. Напряженная работа сказалась на здоровье: обширный инфаркт на несколько месяцев уложил его в постель. К счастью, все обошлось благополучно.

К июню 1973 года все устройства первого образца были изготовлены, прошли проверку на соответствие техническим условиям и поставлены для комплексной отладки машины в целом. В сентябре того же года первый промышленный образец М-10 успешно выдержал комплексную проверку по техническим условиям и передан в опытную эксплуатацию и для отладки математического обеспечения.

В декабре 1973 года были завершены испытания и второго промышленного образца. Практически с этого момента началось серийное изготовление машин М-10. Производство продолжалось свыше 15 лет. Было изготовлено несколько десятков комплектов, большинство из которых до настоящего времени находится в эксплуатации. На базе машин М-10 был построен ряд мощных вычислительных

комплексов. В 1976 году, работая в одном из таких вычислительных комплексов, машина М-10 вместе с математическим обеспечением успешно выдержала государственные испытания.

Создание ЭВМ М-10 было отмечено присуждением в 1977 году Государственной премии СССР группе специалистов НИИВК, завода-изготовителя и монтажной организации. В числе удостоенных звания лауреатов Государственной премии были: от НИИВК — заместители главного конструктора Л.В. Иванов, А.А. Крупский, Л.Я. Миллер, Ю.В. Рогачев, Р.П. Шидловский и разработчик математического обеспечения А.Ю. Карасик; от завода-изготовителя — главный инженер А.Г. Шишилов и заместитель главного конструктора по производству В.А. Мушников; от монтажной организации — главный инженер И.Н. Ярыгин. Главный конструктор ЭВМ М-10 М.А. Карцев был награжден орденом Ленина. Орденами и медалями СССР были награждены 118 сотрудников НИИВК и многие работники завода-изготовителя.

Вычислительная машина М-10 представляла собой многопроцессорную систему синхронного типа и относилась к машинам третьего поколения: в качестве основных логических элементов в ней использовались микросхемы серии 217 («Посол»). Машина предназначалась для обеспечения работы сложных автоматизированных систем управления в-реальном масштабе времени, а также могла решать широкий круг научно-технических задач.



Уступая по производительности из-за несовершенства элементной и конструктивно-технологической базы появившейся в те же годы американской супер-ЭВМ «Сгау-1», ЭВМ М-10 превосходила ее по возможностям, заложенным в архитектуру. Они определяются числом машинных циклов (в среднем) на одну выполняемую операцию. Чем оно меньше, тем более совершенна архитектура ЭВМ. Для М-10 оно составляет от 0,9 до 5,3 (для всего спектра операций), а для «Сгау-1» — от 0,7 до 27,6. Здесь минимальные значения близки одно к другому, а максимальное значение для ЭВМ М-10 намного меньше максимального значения для «Сгау-1» (по оценке д.т.н. проф. Б.А. Головкина, см. его статью «Эволюция параллельных архитектур и машин серии М»//Воп-росы радиоэлектроники. Вып. 2 за 1993 г.).

Чтобы читателю была понятна важность создания ЭВМ М-10, следует сказать хотя бы несколько слов о ее основном назначении. Оно долго держалось в секрете, потому что машина разрабатывалась для Системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН), а также для общего наблюдения за космическим пространством. Информация об этом впервые появилась на страницах газеты «Правда» от 1 апреля 1990 г. (статья А.Горохова «Стояние при Пестрялове»). Задача системы — обеспечить военно-политическое руководство страны достоверной информацией о возможной угрозе ракетного нападения и обстановке в космосе, т. е. она имеет чисто оборонительный



характер. Сейчас на околоземных орбитах находится около 17 тысяч объектов различного происхождения, включая действующие и отслужившие свой срок спутники, куски ракетносителей и пр. Первый эшелон СПРН — космический: по факелам запускаемых ракет спутники засекают их старт. Костяк системы — ее второй, наземный эшелон, включающий мощные радиолокационные станции, расположенные по окраинам страны (до развала СССР их было девять — под Ригой, Мурманском, Печерой, Иркутском, Балхашом, Мин-гечауром, Севастополем, Мукачевым), а также сеть вычислительных комплексов на базе ЭВМ М-10.



Даже обычная подготовка войск в наше время связана с пусками ракет разного класса. А если ядерные ракеты попадут в руки политических авантюристов, амбициозных «вождей», способных на так называемые «несанкционированные» пуски? Требуется быстрая и точная оценка подобной деятельности, иначе последствия могут быть убийственными для всей планеты. Не случайно, говорится в газетной заметке, вызрела парадоксальная, на первый взгляд, мысль о координации работы систем предупреждения и контроля космического пространства в планетарном масштабе.

Следует подчеркнуть исключительно высокие требования к вычислительной технике, используемой в таких системах: на подсчет траектории запущенной ракеты отводятся немногие секунды, а объем данных, поступающих в ЭВМ от радиолокационных станций, огромен.

(Основные технические характеристики ЭВМ М-10 даны в Приложении 9.)

К началу 1980 годов ЭВМ М-10 обладала наивысшими производительностью (по некоторым оценкам — 20–30 млн. операций в сек.), емкостью внутренней памяти и пропускной способностью мультиплексного канала, достигнутыми в СССР. Впервые в мире в ней был реализован ряд новых прогрессивных решений, в том числе: предусмотрена возможность синхронного комплексирования до 7 ЭВМ при прямом (минуя мультиплексный канал) обмене информацией между программами отдельных машин и динамическом разделении оборудования; реализована автоматическая перестройка поля процессоров; в состав ЭВМ введен второй уровень внутренней памяти емкостью более 4 млн. байт с произвольным доступом; обеспечен внешний обмен с обоими уровнями внутренней памяти.

Новизна технических решений защищена 18 свидетельствами на изобретения и 5 свидетельствами на промышленные образцы.



Большой объем внутренней памяти машины М-10 потребовал и значительного количества оборудования. Если все оборудование машины размещалось в 31 типовом шкафу, то оперативная память первого уровня, выполненная на ферритовых сердечниках типа М-100П2 с внешним диаметром в 1 мм, занимала 8 таких шкафов, постоянная память — конденсаторного типа со сменными металлическими перфокартами в качестве носителя информации — занимала также 8 шкафов, большая память (память второго уровня) на сердечниках М-100П2 размещалась в 4 шкафах. С целью сокращения общего объема машины М-10 было принято решение провести исследование возможностей создания запоминающих устройств с теми же объемами памяти, но более компактных. Эти исследования дали положительные результаты: в 1974 году началась разработка новых запоминающих устройств. В качестве носителей информации в оперативной памяти первого уровня и в большой памяти (памяти второго уровня) использовались интегральные схемы; в постоянной памяти использовались тороидальные магнитные сердечники с диаметральными отверстиями, обеспечивающие неразрушающее считывание информации. В 1975 году конструкторская документация была передана на завод-изготовитель. Были изготовлены головные образцы этих устройств. Весь объем оперативной памяти первого уровня разместился в одном типовом шкафу. Объем большой памяти — в двух шкафах, объем постоянной памяти — также в двух шкафах. По своему функционированию новые устройства полностью обеспечивали все тактико-технические характеристики машины М-10.

С 1980 года машина стала выпускаться с новыми запоминающими устройствами и получила обозначение М-10М. Машины М-10 и М-10М были программно совместимы и полностью взаимозаменяемы.

Сам Михаил Александрович в докладе в год пятидесятилетия института так вспоминал о памятных годах его становления: «В 1967 году мы вышли с довольно дерзким предложением — проектом вычислительного комплекса М-9. Это было в год 50-й годовщины Октябрьской революции, поэтому вычислительный комплекс назывался „Октябрь“. Для Минприбора, где мы тогда пребывали, это оказалось уж слишком. Нам сказали: „Идите вы к Калмыкову, раз уж работаете на него“. И вот эту дату, это пятидесятилетие мы сегодня и празднуем.»

Проект М-9 остался неосуществленным. Но в 1969 году началась разработка вычислительной машины М-10, которая в 1973 году впервые вышла на места эксплуатации. В течение ряда лет эта машина была мощнейшей в Советском Союзе и сейчас продолжает выпускаться и эксплуатироваться. На машине удалось получить уникальные научные результаты, в особенности в области физики. Нельзя сказать, что

разработка М-10 была встречена с распростертыми объятиями. Нам говорили, по правде сказать, что мы психи, что нельзя собрать воедино такую груду металла, что все это никогда не заработает. Это мы теперь приучили, так сказать, психологически, что большая вычислительная машина может состоять из такого количества аппаратуры. Тогда никто к этому готов не был. Да и работать нам было невероятно трудно: коллектив тогда трудился на «Соколе-1», в Большом Власьевском переулке (в полуподвале), в полуподвале на улице Бурденко, в полуподвале на Плющихе, на большой Почтовой улице, в полуподвале на улице Щукина и еще в нескольких местах по всей Москве.

Выделившись из ИНЭУМ, коллектив получил помещение бывшей столярной мастерской одного из предприятий на «Соколе» площадью 590 кв. метров. Чтобы разместить весь коллектив, пришлось искать по всей Москве и арендовать нежилые помещения, в основном полуподвального типа. Собственное здание — типовую школу — институт построил в 1975 году, а лабораторный корпус по специальному проекту — в 1985–1986 годах.

Но всегда была деловая и дружеская поддержка со стороны руководства Министерства, со стороны П.С. Плешакова (министра. — Прим, авт.), его заместителя В.И. Миркова, а сейчас — О.А. Лосева, со стороны руководства объединения, со стороны высших партийных органов, Госплана, комиссии Президиума Совета Министров СССР, со стороны дружественных предприятий, со стороны заказчика. «Они помогали нам работать, помогали вытянуть это дело.

И мы вытянули. Работа была отмечена Государственной премией СССР».

«Нам говорили... что мы психи, что... это никогда не заработает», — сказал М.А. Карцев по поводу отношения многих авторитетов к ЭВМ-10 и вычислительным комплексам, включавшим две и три ЭВМ.

Скептиков нетрудно понять, если познакомиться с некоторыми цифрами. В БЭСМ-6 использовалось 60 тысяч транзисторов, 180 тысяч полупроводниковых диодов, 12 миллионов ферритных сердечников. Вычислительный комплекс из трех ЭВМ М-10 содержал 2100 тысяч микросхем, 1200 тысяч транзисторов, 120 миллионов ферритных сердечников. Это не только «груда металла», как сказал Карцев, но и труднопредставимое количество электронных элементов, объединенных в сложные схемы, которые надо было заставить слаженно работать.

И тем не менее вычислительные комплексы заработали... По мере отработки математического обеспечения и частичных аппаратурных доработок прекращение автоматической обработки данных за год составило всего 10 минут!

Не все относились с одобрением к выдающимся успехам Карцева и его замечательного коллектива. Вспоминаю такой случай.

Где-то в конце 60-х или начале 70-х годов мне в Киев позвонил Карцев и обратился с просьбой быть оппонентом по докторской диссертации сотрудника его института В.А. Брика, участника работ по ВК М-9. Знакомясь с присланной в Киев диссертацией, я убедился, что она далеко не заурядна — предлагались совершенно новые методы ускоренного выполнения ряда операций и соответствующие, проверенные практикой оригинальные схемные решения. В досконально исследованной области науки и техники, где, казалось, уже все изучено и расставлено по своим местам, автор диссертации сумел сказать новое и весьма весомое слово. Такого же мнения

придерживался и второй оппонент, известный ученый, написавший ряд книг по вычислительной технике, А.А. Папернов. Поддержали диссертанта и выступавшие.

Нас обоих шокировало отрицательное решение ученого совета, возглавляемого академиком В.С. Семенихиным. Оно было явно необъективным. Члены совета, недоброжелательно относившиеся к Карцеву, «отыгрались» на его ученике.

## Последний бой...

В 1978 году М.А. Карцев предложил приступить к работам по созданию новой многопроцессорной векторной вычислительной машины, используя опыт, полученный при разработке, изготовлении и эксплуатации машин М-10 и М-10М, а также новейшие достижения в технологии и в электронной технике. Решено было присвоить этой машине условное обозначение М-13.

В 1979 году коллектив начал разработку конструкторской документации. Были определены и заводы-изготовители, на которых предполагалось вести производство машины М-13. В течение 1980–1981 годов конструкторская документация комплектно по устройствам была передана на эти заводы.

М-13 стала машиной четвертого поколения. В качестве элементной базы в ней были использованы большие интегральные схемы. В архитектуре этой многопроцессорной векторной ЭВМ, предназначенной в первую очередь для обработки в реальном масштабе времени больших потоков информации, предусмотрены четыре основных части: центральная процессорная часть, аппаратные средства поддержки операционной системы, абонентское сопряжение, специализированная процессорная часть.

Центральная процессорная часть включает: арифметические процессоры (4, 8 или 16), главную оперативную память, главную постоянную память, оперативную память второго уровня, центральный коммутатор, центральное управление, устройство редактирования, мультиплексный канал. Аппаратные средства поддержки операционной системы имеют: центральный управляющий процессор, таблицы виртуальной трехуровневой памяти, средства поиска. Абонентское сопряжение включает: стандартизированное электрическое сопряжение, программируемый интерфейс, сопрягающие процессоры (от 4 до 128). Специализированная процессорная часть состоит из контроллера технического управления, управляющей памяти гипотез, процессоров когерентной обработки (от 4 до 80).

Машина М-13 имела модульное построение и допускала переменную комплектацию, способную оптимально обеспечить пользователю необходимые технические характеристики. Так, центральная процессорная часть имела три конфигурации и могла иметь производительность в зависимости от исполнения 12.106, 24.106 и 48.106 операций в секунду. При этом также соответственно изменялся и объем внутренней памяти, пропускная способность центрального коммутатора и пропускная способность мультиплексного канала. Так, объем внутренней памяти мог составлять 8,5, 17,0 или 34,0 Мбайт, пропускная способность центрального коммутатора — 800, 1600 или 3200 Мбайт/сек., пропускная способность мультиплексного канала — 40, 70 или 100 Мбайт/сек.



Абонентское сопряжение и специализированная процессорная часть могли комплектоваться еще более гибко.

Специализированная процессорная часть машины предназначена для обработки больших массивов относительно малоразрядной информации (быстрое преобразование Фурье, вычисление корреляционных функций, сравнение с порогом, проверка гипотез и др.) и имеет в качестве базовой операции произведение двух комплексных чисел (двухточечное преобразование Фурье). Специальный (комплексный) арифметический процессор выполняет эту базовую операцию за один машинный такт. Эквивалентное быстродействие линии комплексных процессоров на порядок превышает быстродействие линии арифметических процессоров на сопоставимых форматах данных.

Эквивалентное быстродействие специализированной процессорной части машины М-13 в максимальной комплектации при решении указанных выше задач может достигать  $2.4 \cdot 10^9$  операций в секунду.

Абонентское сопряжение машины М-13 содержит операционную систему, систему программирования и отладки, файловую систему, систему документирования, библиотеку типовых программ и др. (см. Приложение 10).

Свое выступление в мае 1982 года в день пятидесятилетия института М.А. Карцев закончил следующими словами:

«...Нам сейчас кажется, что мы никогда не выпускали в свет такой хорошей разработки (имеется в виду машина М-13. — Прим. авт.), как мы пытаемся выпустить сейчас, и что никогда так трудно не было выпустить разработку в свет, как сейчас, никогда мы не встречались с такими трудностями. Но я хочу вам просто напомнить, что мы переживали очередную влюбленность в каждую нашу разработку и трудности у нас всегда были невероятные. Я вот сейчас просыпаюсь ночами в холодном поту от того, что так медленно и с таким трудом идет производство нашего нового детища. Но понимаете, это, в общем, относится просто, наверное, к старческой бессоннице. А на самом деле ведь от того дня, как мы получили задание правительства, прошло не очень много, прошло всего два года и восемь месяцев. И не может быть, чтобы наш коллектив, в котором есть и убежденные сединами и умудренные опытом ветераны, и энергичная и образованная молодежь, чтобы мы не вытянули это наше детище!

„Когда-нибудь мы вспомним это, и не поверится самим, но нам сейчас нужна одна победа, одна на всех, мы за ценой не постоим!“»

Последняя фраза взята М.А. Карцевым из песни, впервые прозвучавшей в памятном для многих фильме «Белорусский вокзал». И это не случайно. Бывший сержант-танкист остался фронтовиком, работал с максимальным напряжением сил и нервов, что на фронте приводило к подвигу (медаль «За отвагу» и орден Красной

Звезды в 20 лет!), а в мирное время позволило ему и его коллективу совершать казалось бы, невозможное.

Завершающие проникновенные слова выступления М.А. Карцева перед сотрудниками созданного им с таким трудом института стали как бы его завещанием. Через год — 23 апреля 1983 г. — его не стало.

## Один из немногих

Директором института и главным конструктором машины М-13 был назначен Ю.В. Рогачев, работавший при М.А. Карцеве главным инженером института и первым заместителем главного конструктора (см. биографическую справку. Приложение 11). Выполнить завещание основателя института и успешно завершить начатые им работы стало основной задачей коллектива НИИВК. Рогачев активно занялся поиском возможностей подключения специализированного завода к производству машины М-13 — последнего детища Карцева. Эти поиски увенчались успехом: в 1984 году промышленное производство машины М-13 было начато.

Под руководством Ю.В. Рогачева, при активном участии первого заместителя главного конструктора к.т.н. Л.Я. Миллера, заместителей главного конструктора к.т.н. Р.П. Шидловского, к.т.н. А.А. Крупского, к.т.н. А.Ю. Карасика, Е.И. Цибуля, а также руководителей отделов и лабораторий, ведущих специалистов по вычислительной технике и программированию были успешно проведены работы по выпуску и вводу в эксплуатацию машин М-13 вместе с программным обеспечением. Успешно продолжались работы и по созданию новых вычислительных комплексов на базе машин М-10М, в том числе и с использованием волоконных оптических линий.

Вклад коллектива института в развитие отечественной вычислительной техники был высоко оценен правительством: в 1986 году Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Высокие награды получили многие сотрудники института, в том числе Ю.В. Рогачев (орден Трудового Красного Знамени).



В продолжение всей своей деятельности М.А. Карцев проявлял высокую творческую активность. Его монографии по основам теории арифметических устройств и основам проектирования структуры ЭВМ стали настольными книгами для разработчиков вычислительной техники. Менее известны созданные под руководством Карцева ЭВМ, имевшие специальное назначение и находившиеся на вооружении Советской Армии. ЭВМ М-4М (шифр 5Э71, 5Э72, 5Э73) на порядок превосходили современные им М-220, БЭСМ-4 и др. Они несли дежурство на ответственных объектах с 1967 г. до 1981 г., выпускались серийно; наработка на отказ или сбой составляла в них 700–1000 часов.

ЭВМ М-10 (шифр 5Э66) значительно превосходила современные ей отечественные ЭВМ (БЭСМ-6, ЕС-1060).

Из ЭВМ 5Э71-5Э73 и 5Э66 был создан и находился в постоянной круглосуточной эксплуатации крупнейший в стране многомашинный комплекс, в котором по одному



алгоритму работали 76 ЭВМ, соединенных каналами передачи данных длиной в десятки тысяч километров.

Карцев понимал, что ЭВМ, разработанные в Институте вычислительных комплексов, способны не только нести службу в оборонительной системе предупреждения ракетного нападения, но могут принести огромную пользу в научном исследовании при выполнении наиболее сложных научно-технических расчетов, которые в то время не могли быть выполнены ни на одной отечественной машине не только из-за более низкого быстродействия, но и из-за значительно меньшей емкости внутренней памяти. Несмотря на сопротивление военного административного аппарата, он добился разрешения на публикацию материалов об ЭВМ М-10, активно способствовал установлению связей с организациями, нуждавшимися в высокопроизводительной технике. По его инициативе на М-10 были проведены особо сложные научные расчеты: по механике сплошной среды (в 40–45 раз быстрее, чем на ЕС-1040), по моделированию плазмы (в 20 раз быстрее, чем на БЭСМ-6, для вариантов, помещающихся в ОЗУ БЭСМ-6, и в сотни раз быстрее для реальных вариантов). Впервые в мире на модели получены данные по явлению коллапса в плазме, чего не удалось сделать на СДС-7600 в США; часть этих результатов опубликована в докладах АН СССР (т. 245, 1979, № 2, с. 309–312), трудах XV международной конференции по явлениям в ионизированных газах (Минск, июль 1981 г.), доложена на европейской конференции в Москве осенью 1981 г.



По оценкам Института прикладной математики АН СССР, быстродействие М-10 на 64-разрядном формате превосходит БЭСМ-6 (48 разрядов) в 3,6–4,6 раза, ЕС-1060 — в 3–5,6 раза, ЭВМ «Эльбрус-1-1» (48 разрядов) — в 2,4 раза.

Разработки М.А. Карцева были основаны на новых технических решениях, опережавших свое время: страничная организация памяти, сочетание операций с плавающей и фиксированной запятой в М-2 (1952–1956 гг.), микроэлементная структура команд («модальности операций») в машине М-4 (1957–1959 гг.), магистральная («конвейерная») структура в М-4М (1962–1964 гг.), программно-перестраиваемая линейка синхронных процессоров, векторная структура, быстродействующая оперативная память 2-го уровня в М-10.

В многопроцессорной системе 4-го поколения М-13 впервые реализована аппаратура пооперационных циклов (обеспечивающая независимость программы от числа процессоров в системе), аппаратура сегментно-страничной организации памяти (перекрывающая возможности файловой системы), программно-управляемый периферийный процессор для операций типа преобразования Фурье, Уолша, Адамара,

Френеля, вычисления корреляционных функций, пространственной фильтрации и т. п. Среднее быстродействие центральной части — до 50 млн. операций в секунду (или до 200 млн. коротких операций в секунду), внутренняя память — до 34 Мбайт, скорость внешнего обмена — до 100 Мбайт в секунду, эквивалентное быстродействие периферийного процессора на своем классе задач — до 2 миллиардов операций в секунду.

М.А. Карцев — автор фундаментальных теоретических работ по вычислительной технике (5 монографий, 55 статей и отчетов, 16 изобретений). Книги «Арифметические устройства электронных цифровых машин» (русское издание — 1958 г., позднее переиздавалась за рубежом), «Арифметика цифровых машин» (1969 г.) заложили основы теории арифметических устройств; их выводы вошли в учебники. В последних монографиях «Архитектура цифровых вычислительных машин» и «Вычислительные системы и синхронная арифметика» (1978 г.) практически впервые сделана попытка поставить на научную основу проектирование общей структуры ЭВМ и аппаратуры для выполнения параллельных вычислений.

М.А. Карцев — один из инициаторов развертывания в СССР работ по использованию достижений оптоэлектроники в вычислительной технике. Впервые в СССР в НИИ вычислительных комплексов была создана волоконно-оптическая система для многомашинного комплекса из шести ЭВМ М-10.

Трудовые достижения М.А. Карцева отмечены орденом Ленина (1978 г.), орденом Трудового Красного Знамени (1971 г.), орденом «Знак почета» (1966 г.) и медалью «За доблестный труд». В 1967 году ему была присуждена Государственная премия СССР.

В 1993 г. Научно-исследовательскому институту вычислительных комплексов присвоено имя его основателя.

Рассказ о М.А. Карцеве я завершаю словами из письма его сына Владимира.

«Те немногие страницы, что я Вам посылаю, — это, конечно, гораздо меньше, чем заслужил отец.

Чем больше я думаю о нем, тем труднее мне ответить самому себе на вопрос, каким же он был. Несомненно, основным для него была его работа, но так же несомненно и то, что он достиг бы успехов и в ином деле, если бы судьбе было угодно заменить ему конструирование вычислительных машин на что-нибудь другое.

Отец очень ценил в человеке любой талант и умение, будь то способность решить теоретическую проблему или хорошо водить машину. К сожалению, очень часто ему приходилось общаться с теми, кто этими талантами не обладал, но от них зависела судьба его дела. В этих случаях многое приходилось ему брать на себя. Была и другая причина такого поведения отца. Однажды он прочитал мне вслух примерно такой эпитафия, предваряющий книгу по теории графов: „Узнав, что его собирается посетить тетушка, ковбой Джон развил бурную деятельность, и когда тетушка приехала, ее встретили обедом. Тетушка была удивлена только тем, что тарелки были прибиты к столу гвоздями. После трапезы Джон свистнул собак, они примчались и вылизали все тарелки. „Приучить вас прибегать к столу, — сказал Джон, обращаясь к собакам, — было не так просто. Но дело того стоило. Тетушка тотчас уехала“. Прочитав эпитафия, отец добавил: „Руководитель каждого проекта должен быть готов к тому, чтобы выполнить его весь своими руками. Это не так просто, но дело того стоит!““

Как бы между делом отец читал лекции студентам-вечерникам (днем он был на работе) и также между делом стал профессором. Тогда мне казалось это естественным,

я думал, что с возрастом все становятся профессорами. Как-то я все же спросил его, когда он готовится к лекциям. „Да я просто рассказываю студентам главу за главой из моей новой книжки“, — ответил отец. Действительно просто! Но и я был не лыком шит. „А что ты будешь делать, когда все главы кончатся, ведь книжка-то еще не дописана?“ — спросил я. „А к тому времени и курс кончится“, — отшутился отец. Больше вопросов у меня не было. А теперь их появляется все больше. Когда же отец успевал писать свои книги и статьи? Очень сомневаюсь, чтобы он мог хоть что-нибудь написать на работе.

Вот чего ему не надо было делать, так это „вработываться“ в дело. Этот термин поймут многие люди творческих профессий, которым надо ловить вдохновение, чтобы взяться за перо. Он же писал книги в любую свободную минуту. Писал без черновиков. Рукопись сразу шла машинистке. Теперь уже никто не узнает, какой процесс предшествовал тому моменту, когда мысли переходили на бумагу, и действительно ли легко отцу писалось. У него не было хобби типа коллекционирования марок или строительства дачи. Наверное, в этом секрет того, что он постоянно был в форме и ему не надо было „вработываться“: в какой-то мере создание книг и являлось его хобби.

Непрофессионализма отец не любил в любой области. Помню слова негодования, когда он собирал приемник из детского набора, в котором ни одна деталь не помещалась на отведенное ей место. Зато в преодолении трудностей, заслуживающих, на его взгляд, внимания, отец бывал безгранично терпелив. Когда отец занимался, он был удивительно спокоен.

Принимая экзамен у студентов, отец разрешал им приносить с собой любые книги. И уж конечно — я безгранично уверен в этом — он не требовал, чтобы они знали столько же, сколько он сам. И все же его экзамен не считали самым легким. Он требовал не запоминания информации, а понимания предмета. Многие ли могут похвастаться этим?

Интеллект отца остался в его разработках и книгах, работах его последователей, интеллигентность — только в памяти тех, кто знал его. Последнее качество делало отца более уязвимым в тех случаях, когда надо было договориться с властью предрержащими или потребовать что-то. Без интеллигентности, как и без чувства юмора, не было бы того человека, которого мы все помним.

Одними из любимых книг отца были „Двенадцать стульев“ и „Золотой теленок“ Ильфа и Петрова. Читали мы также их „Одноэтажную Америку“, „Двух капитанов“ Каверина (одно время у нас была привычка читать вслух). „Евгения Онегина“ отец знал наизусть. Пожалуй, не только научные книги, но и литературу в более широком смысле можно назвать его увлечением. Довольно свободно читал также по-английски (научную литературу), а однажды довольно ловко и поговорил на этом языке с двумя арабами, с которыми мы попали за один столик в кафе. Когда я учил в школе немецкий и зубрил текст, отец, запомнив его на слух раньше меня, вдруг стал подсказывать мне и по-немецки. Вообще-то он учил только английский, но давным-давно заинтересовался популярным в те годы немецким и прочитал все школьные учебники. Этого оказалось достаточно.

По особому отец относился к „Педагогической поэме“ Макаренки. Он находил здесь много параллелей со своей работой и своими трудностями в становлении нового дела. Цитировал то место, где говорится, что можно относиться к своим воспитанникам как угодно, но они никогда не будут уважать тебя, если ты не специалист в своем деле.

Это не случайная цитата. На первом месте у отца была наука, администрирование (политика) было вторичным. Создавая свои машины, он был готов работать бесплатно. И уж потом к идеям приложились институт, место в депутатском корпусе, поздравления министра в полагающихся случаях. При отцовской интеллигентности (это качество вкралось в мое повествование почти как постулат — очень трудно его доказывать) быть преуспевающим начальником было для него также неестественно, как печь блины на крышке от котелка, что пришлось ему делать как-то во время войны. Однако он пек их. Я-то, ничего не понимая в его науке, видел, как ему было непросто. И все же я берусь утверждать, что его друзья любили его сильнее, чем не любили враги. Возможно, по степени такой асимметрии и следует в итоге судить людей. Но кто возьмется судить? Предполагаю, что его занятие преподаванием было подготовкой запасных позиций, если бы Институт, ныне носящий его имя, не состоялся. Но он, к счастью, состоялся.

Одним из отцовских любимых фильмов была киноэпопея „Укрощение огня“. Нет, отец вовсе не был чужд романтики, я бы сказал, романтики интеллектуалов. Вероятно, отец увидел в этом фильме много близкого ему. За это он любил и книгу Виктора Некрасова „В окопах Сталинграда“, хотя обычно книг о войне не читал, говоря, что в них нет ничего общего с тем, что ему довелось видеть самому. Заботиться о своем здоровье отец терпеть не мог. Наверное, если бы он для профилактики выезжал в санаторий, посещал бассейн, совершал прогулки, он прожил бы дольше. Однако это был бы не совсем он. А он хотел жить и умереть, не поступившись своим отношением к жизни, хотел оставаться настоящим директором созданного им института и лидером собственного направления в вычислительной технике».

Он был дорог всем, работавшим с ним, не только как авторитетнейший лидер и великий труженик, но и как добрый, внимательный к людям человек, очень честный и очень скромный. И если был у него недостаток, то только один — он был очень доверчив и считал, что все люди прекрасны, честны, добры и справедливы, как и он сам.

М.А. Карцев был и останется крупнейшей фигурой в мировой компьютерной науке и технике. Его имя золотыми буквами вписано в историю ее становления и развития.

В сборнике «Вопросы радиоэлектроники» (серия ЭВТ, вып. 2 за 1993 г.), посвященном 70-летию со дня рождения М.А. Карцева, д.т.н. Л.В. Иванов справедливо написал: «Он относился к той немногочисленной категории людей, которые составляют цвет нации и без которых нация не может существовать».

## Сын эпохи

*«Не веря ни злым и ни льстивым судьям,  
Я верил всегда только в свой народ.  
И, счастлив от мысли, что нужен людям,  
Плевал на бураны и шел вперед».*

Э. Асадов



## Выдающийся талант

В 1954 г. во время командировки в Москву я побывал в СКБ-245 Министерства машиностроения и приборостроения — одной из самых известных тогда организаций, занимавшихся разработкой вычислительной техники. В ответ на просьбу ознакомиться с новыми разработками меня отвели в обширное помещение, где монтировалась ЭВМ «Урал-1», и познакомили с главным конструктором машины. Им оказался Башир Искандарович Рамеев.

Эту фамилию я слышал, и раньше и знал, что он — один из разработчиков «Стрелы» — первой отечественной ЭВМ, выпущенной промышленностью.

Передо мной стоял среднего роста, ладно скроенный, немного худощавый молодой человек в очках. В разговоре был немногословен, говорил без каких-либо эмоций. Мы были примерно одного возраста, но я как-то сразу почувствовал, что жизненный и профессиональный опыт у него куда больше моего.

Так началось наше знакомство. В последующие годы, когда Рамеев работал в Пензе, я видел его только изредка, когда проходили представительные конференции по вычислительной технике и на них съезжались специалисты со всего Советского Союза.

Сколько мне помнится, в списке маститых докладчиков фамилия Рамеева отсутствовала. Это нисколько не мешало его авторитету и известности возглавляемой им пензенской научной школы, добившейся признания благодаря огромному творческому труду, вложенному в разработку и выпуск универсальных ЭВМ. В те годы пензенские машины работали в каждом втором вычислительном центре страны. Если С.А. Лебедев и руководимый им столичный коллектив обеспечили разработку супер-ЭВМ и организовали их серийный выпуск, разработка и серийный выпуск «рядовой», более широко используемой вычислительной техники были обеспечены провинциальной Пензой!

Наше сближение произошло в 70-х годах, когда Б.И. Рамеев стал работать в ГКНТ СМ СССР. Мне приходилось часто бывать там, поскольку научная тематика Института кибернетики АН Украины утверждалась комитетом, и, приезжая в Москву, я старался каждый раз заглянуть к старому знакомому.

В 1984 г. вышла в свет моя книга «Путь солдата» о годах, проведенных на войне. Я подарил ее Рамееву, и она ему понравилась.

Может быть поэтому, когда в 1991 г. он узнал, что собираюсь написать еще одну книгу, на этот раз об истории вычислительной техники, то не колеблясь согласился помочь и передал мне много интересных материалов, дополнив их рассказами о первых годах становления и развития ЭВМ.

При последующих встречах я очень хорошо узнал этого незаурядного, исключительно скромного и талантливого человека.

Б.И. Рамеев избегал газетчиков, журналистов, был чужд какой-либо рекламы своих работ. О нем и о том, что им сделано, упоминается лишь в немногих публикациях. Может быть поэтому только специалистам известно, что он (вместе с И.С. Бруком) разработал первый в Советском Союзе проект электронной цифровой вычислительной машины, получил первое свидетельство на изобретение цифровой ЭВМ (с общей шиной), был заместителем главного конструктора первой серийной ЭВМ «Стрела»,

первым в стране сформулировал и реализовал в разработанном под его руководством семействе машин принцип программной и конструктивной совместимости. Как и Лебедев, этот человек считал работу по созданию ЭВМ главным делом своей жизни, отдал ей себя целиком и достиг выдающихся результатов, сопоставимых с лучшими достижениями за рубежом. Не получив высшего образования (как «сына врага народа» его в 1938 г. выгнали из института), он стал главным, а по существу — генеральным конструктором универсальных ЭВМ, названных им «Уралами», — в память о родных местах, где прошли детство и юность.

В одной из стенгазет, выпущенных в пензенском институте, где работал Рамеев, сотрудники посетовали на характер своего руководителя, приписав ему такие слова: «Мне проще сделать еще одну ЭВМ, чем выйти на трибуну и выступить с докладом».

Действительно, он почти не выступал на конференциях и высоких собраниях. Результаты его творчества отражены, в основном, в технических отчетах, в рабочей документации на производство ЭВМ, в самих ЭВМ, в достижениях тех организаций, где в 60-е и 70-е гг. работали «Уралы».

Его стараниями Пенза стала колыбелью мощной научной школы в области универсальной цифровой электронной вычислительной техники. Сам Рамеев называет ее по имени города пензенской, хотя, по существу, это именно его детище, со своим направлением, традициями, подготовленными им высококвалифицированными кадрами.

Когда в конце 60-х годов встал вопрос о переходе к ЭВМ нового (третьего) поколения, Рамеев с полным правом мог рассчитывать на ведущую роль пензенской школы в этой работе и развернул активную подготовительную деятельность.

Как и Лебедев, Рамеев был приверженцем отечественной линии развития вычислительной техники. При этом он и его сторонники рассчитывали на тесное сотрудничество с европейскими фирмами, которые, в отличие от американских, искали сближения с Советским Союзом, стремясь избавиться от монополии США на рынке сбыта ЭВМ.

Научно обоснованные предложения Лебедева, Рамеева, Глушкова — наиболее авторитетных ученых того времени — не были учтены руководящей элитой, принявшей волевое решение о повторении устаревшего американского семейства ЭВМ IBM-360. Не согласившегося с таким решением Рамеева, находящегося в расцвете сил и таланта (ему было всего 44 года), успевшего к этому времени совместно с подготовленным им замечательным коллективом разработчиков создать и запустить в производство почти полтора десятка универсальных и специализированных ЭВМ различных типов и более ста различных периферийных устройств, отодвинули в сторону как лишнюю пешку, мешавшую столичным игрокам.

Итог административного решения был плачевен, а еще лучше сказать — трагичен. Созданная единая система ЭВМ (ЕС ЭВМ), воплотившая устаревшие идеи, заложенные в IBM-360, не выполнила своего назначения, не оправдала затрат и возлагавшихся на нее надежд. Большинство из более чем 13 тысяч выпущенных и еще не исчерпавших технический ресурс ЭВМ уже не используются, а эффект от использования оставшихся в эксплуатации меньше требуемых при этом расходов. Таков финал волевого решения, против которого выступал Рамеев.

Готовя материал книги, я побывал у М.М. Ботвинника, давнего друга ученого. Мне хотелось услышать его мнение о Рамееве как человеке и товарище.

Ботвинник, приятно удививший меня своей молодостью (ему за 80), рассказал о своей первой встрече с Б.И. Рамеевым (во время поездки в Пензу), о возникшей уже тогда глубокой симпатии к новому знакомому. Мягкий и добрый, скромный и честный до предела — таким ему видится Рамеев. И в то же время — совершенно выдающийся талант, уникальное сочетание технического склада ума с мастерством практического воплощения. Трудное начало жизни (арест отца в 1933 г.) не помешало ему сохранить достоинство, любовь к людям, желание принести максимальную пользу стране, в которой он родился и живет.

Поколения ЭВМ быстро сменяют друг друга. Машины, которые разрабатывал Б.И. Рамеев, относились к первому, второму и третьему поколениям. Когда-то они составляли основную часть парка универсальных ЭВМ Советского Союза. Сейчас они если и сохранились, то только в музеях или у очень заботливых хозяев. Безжалостное время уничтожит и те, что остались. Не Рамеева вина в том, что дальнейшему развитию «Уралов» был поставлен административный заслон. Слишком неравными были возможности противоборствующих сторон. Ход событий показал, что это была пиррова победа, не принесшая славы победителям. Имя же главного конструктора «Уралов» навсегда войдет в историю вычислительной техники так же, как имя С.А. Лебедева и других замечательных ученых, сумевших в годы становления электронной вычислительной техники вывести Советский Союз в число лидеров компьютеростроения.



## Родительские корни



Башир Искандарович Рамеев родился 1 мая 1918 года. В его паспорте указана другая дата — 15 мая. Отец, регистрируя через много лет рождение сына (когда началась паспортизация), ошибся на пятнадцать дней.

Жизнь и деятельность этого человека, как в зеркале, отражает многие стороны эпохи, начавшейся в октябре 1917 года.

Его дед — Закир Садыкович Рамеев (1859–1921) был поэтом, классиком татарской литературы. Свои стихи подписывал псевдонимом Дардмэнд, что в переводе с персидского означает опечаленный, страдающий. Этот добрый и просвещенный человек состоял членом или председателем многих благотворительных обществ, издавал газету и журнал, много сделал для становления татарской культуры. При жизни писателя была опубликована лишь одна книга его стихов, переведенных на русский язык. Она была издана тиражом в две тысячи экземпляров. Поэт остался практически неизвестным широкой читательской аудитории.

Между тем его стихотворения, даже в переводе, прекрасны и звучат очень современно: конец XX века стал таким же бурным, как его начало. Внук писателя — Башир Искандарович Рамеев, о котором я начинаю рассказ, передал мне некоторые, и я не могу удержаться, чтобы не привести здесь одно из них.

### Мы

Прошли года, прошли века и времена.  
Ушли цари, ушли пророки, племена.  
Прошли века — за караваном караван,  
Пришло и вновь ушло из мира столько стран!  
О, прах и тлен дворцовых стен и крепостей!  
А под землей покрыта мглой гора костей!  
Пески взметет бураном бед, исчезнет след, —  
Так мы умрем, так мы уйдем на склоне лет.  
Скиталец тот, кто в мир пришел на краткий час.  
Взревело время, чтобы он пустился в пляс.  
Оно зажгло гнилых надежд ненужный сор,  
И привела его дорога... на костер...

К великому сожалению, основная часть поэтического наследия поэта после его смерти была утеряна. Шел голодный и холодный 1921 год. Многим было не до поэзии.

Но все это открывается лишь сейчас, в годы, когда восстанавливается справедливость и отдается приоритет общечеловеческим принципам, а не классовым интересам.

Дело в том, что Закир Рамеев был богатым золотопромышленником, членом Государственной Думы, убежденным либералом. То, что он основную часть своих доходов тратил на благотворительность и содержание сирот, на обучение за границей талантливых молодых людей с целью подготовки татарской интеллигенции, стало после революции не заслугой, а большой виной. Расплачиваться за нее пришлось сыну Искандару и внуку — Баширу.

Искандар был послан отцом учиться в Германию, в Горную академию в г. Фраейберге. Вернулся в Россию за день до начала Первой мировой войны. Работал у отца на одном из приисков, а после революции — главным инженером на медеплавильном заводе в местечке Баймак. В 1929 г. его арестовали в первый раз, но через год выпустили, не предъявив никаких обвинений. Баширу тогда было 11 лет. Он еще не представлял всех последствий нагрянувшей беды, но интуитивно готовился к ней — устроился работать сначала фотографом в геологической экспедиции, потом — переплетчиком. Закончил школу в Уфе, куда в 1935 году переехала вся семья. Отец устроился заведующим лабораторией в тресте «Башзолото». Талантливый инженер, он разработал и применил на одном из приисков автоматическую бегунную фабрику, которую обслуживал один человек. Резко увеличился выход золота.

Но... наступили годы предвоенных репрессий. В апреле 1938 г. его вновь арестовали. Чертежи фабрики исчезли в недрах архивов НКВД. После двух лет следствия он был осужден на пять лет и выслан в лагерь в Кемеровской области. В 1943 году, не дождавшись десяти дней до освобождения, умер...

Лишь через двадцать лет Искандар Закирович Рамеев был реабилитирован посмертно.

А тогда, с апреля 1938 года, Башир Рамеев стал «сыном врага народа».

К этому времени, сдав экстерном экзамены за 10-й класс средней школы, Башир успел стать студентом 2-го курса Московского Энергетического института. К технике его тянуло с детства. Он увлекался радиолюбительством. Сделал и представил на конкурс в Москву радиоуправляемую модель бронепоезда. Двигаясь по рельсам, бронепоезд стрелял из пушки, ставил дымовую завесу. О необычной модели писалось в «Огоньке», «Известиях», «Комсомольской правде». (В 1935 г., когда ему было 17 лет, он стал членом Всесоюзного общества изобретателей.)

Из-за ареста отца пришлось оставить институт. Башир вернулся в Уфу. Долго не мог устроиться на работу, — никто не желал иметь дела с «сыном врага народа». Выручил старый знакомый из комитета Башрадио — принял заведующим радиокабинетом. Когда в 1939 г. призывался в армию, обнаружилась болезнь легких. Решил поехать в Крым, подальше от Уфы, туда, где о нем ничего не знали, с намерением устроиться на работу в санаторий, дом отдыха или пионерский лагерь и к тому же подлечиться. Прошел пешком все побережье Крыма — денег не было, но работу найти так и не смог, — и здесь он был никому не нужен. Вернулся в Москву, где,

наконец, устроился техником в Центральный научно-исследовательский институт связи. Шел предвоенный 1940 год.

Баширу повезло: ему разрешили делать то, что он хотел, и не без пользы. В первые недели войны он предложил способ обнаружения с самолета затемненных объектов — по инфракрасному излучению, проходящему через зашторенные окна. Изобрел релейное устройство для включения в случае воздушной тревоги громкоговорителей. В армию его снова не взяли, и тогда он пошел добровольцем в батальон связи Министерства связи СССР.

Батальон обслуживал Ставку Верховного командования и Генеральный штаб. Вначале Башир попал в группу разработчиков шифровальной аппаратуры. Как это получилось — он и сейчас не знает. Видимо, начальству было не до анкет. Разработанный группой аппарат был принят на вооружение и некоторое время использовался. Вместе с батальоном Рамеев выезжал в Арзамас, Горький, куда намечалось переместить Генеральный штаб, участвовал в установке необходимой аппаратуры.

В период подготовки к освобождению Киева для обеспечения УКВ связью войск при форсировании Днепра была сформирована специальная группа в 20 человек, оснащенная передвижными радиостанциями. В составе этой группы в сентябре 1943 г. он был направлен на 1-й Украинский фронт. После выполнения задачи по обеспечению связью войск при форсировании Днепра и освобождении Киева группа была расформирована, и он вернулся в Москву.

В 1944 году его освободили от службы в соответствии с приказом о специалистах, направляемых для восстановления народного хозяйства. Он поступил на работу в ЦНИИ № 108. В анкете написал, что отец умер, не указав — где. Перед этим еще пытался чего-то добиться: отослал письмо Сталину, где, описав свои мытарства, попросил помощи, поскольку слова вождя о том, что сын за отца не отвечает, не учитывались на местах. Вместо ответа получил вызов на телефонный разговор (бумажку с вызовом хранит до сих пор). Грубо предупредили: «Живи тихо и больше никуда не пиши».

Уже тогда он понял, что надо сделать что-то необычное, выдающееся, очень важное для людей, для страны, чтобы его жизнь состоялась.

Работая в ЦНИИ № 108, руководителем которого был замечательный ученый академик Аксель Иванович Берг, один из тех, кто в дальнейшем внес существенный вклад в становление кибернетики, Б.И. Рамеев познакомился с расчетами и применением в радиолокационных приборах и устройствах основных элементов электронных схем, таких как триггеры, мультивибраторы, линии задержки, регистры, счетчики, дешифраторы и т. п., что очень помогло ему в последующей работе. В эти же годы он увлекся атомной физикой и изобрел устройство для ускорения заряженных частиц, на которое получил авторское свидетельство. Член-корр. АН СССР Лейпунский, познакомившись с его изобретением, заинтересовался молодым талантом и пригласил на работу в Обнинск, где в то время развертывались работы по атомной энергетике. Но кадровики с ученым не посчитались, — через полгода после подачи заявления Рамееву сообщили, что мест нет.

## Озарение



В начале 1947 года, слушая Би-Би-Си, он узнал, что в США создана необычная электронная вычислительная машина, насчитывающая 18 тысяч электронных ламп, для соединения которых понадобились десятки километров кабеля. Речь шла о первой американской электронной ЭВМ ЭНИАК. Интуитивно понял, что это и есть та область науки и техники, о которой давно мечтал. Решил посоветоваться со своим директором, — академик А.И. Берг был очень доступным человеком. Ученый порекомендовал обратиться к Исааку Семеновичу Бруку, работавшему в Энергетическом институте АН СССР над созданием средств вычислительной техники. В его лаборатории уже действовал механический интегратор-анализатор — аналоговая вычислительная машина, очень громоздкая и неудобная в эксплуатации. Идея создания цифровых электронных машин в то время носилась в воздухе, Брук интересовался ею и был рад заполучить помощника-энтузиаста. В мае 1948 г. Башира зачислили инженером конструктором в его лабораторию. Он получил рабочее место в одном из двух кабинетов ученого (Брук не хотел «раскрывать карты» раньше времени).

Трудно поверить, но уже в августе 1948 г., т. е. всего через три месяца, появился первый результат — проект «Автоматическая цифровая электронная машина», подписанный чл. — корр. АН СССР И.С. Бруком и инженером Б.И. Рамеевым.

Копию этого уникального исторического документа, переданную мне Рамеевым, я привожу ниже (в сокращенном виде, оригинал хранится в Политехническом музее в Москве).

### *Автоматическая цифровая вычислительная машина*

#### *(Краткое описание)*

Член-корр. АН СССР И.С. Брук  
Инженер Б.И. Рамеев  
Москва, август 1948 года

## ОГЛАВЛЕНИЕ

- I. Введение
- II. Общее описание АЦВМ
- III. Описание отдельных элементов АЦВМ
  - 1. Устройство для приготовления программной ленты и перевода входных данных из десятичной в двоичную систему
  - 2. Главный программный датчик
  - 3. Определитель знака, равенства и неравенства двух чисел
  - 4. Сумматор
  - 5. Умножитель
  - 6. Делитель
  - 7. Накопитель
  - 8. Интерполятор
  - 9. Устройство для перевода результатов вычисления из двоичной системы в десятичную и печатания их на бумаге
- IV. Описание некоторых релейных элементов АЦВМ
  - 1. Магнитное реле с двумя стабильными состояниями
  - 2. Магнитный триггер
  - 3. Магнитное реле, срабатывающее только при одновременном поступлении нескольких управляющих сигналов
  - 4. Магнитное реле, срабатывающее при поступлении одного управляющего сигнала на любой из нескольких входов
  - 5. Дешифратор
- V. Приложение Таблица основных параметров быстродействующих цифровых вычислительных машин, разработанных и находящихся в разработке в Америке

## *I. Введение*

В последнее время в иностранной печати стали появляться сведения о построенных и находящихся в постройке быстродействующих цифровых вычислительных машинах.

Первая машина, пущенная в Америке во время войны, — работающая на счетно-импульсном принципе посредством электромеханических счетчиков, представляет собой машину общего назначения для решения различных математических задач методом исчисления конечных разностей («Марк-1». — *Прим. авт.*).

Машина — сравнительно медленного действия с весьма ограниченной емкостью «памяти» (всего 60 чисел).

По имеющимся сведениям, эта машина широко использовалась наряду с дифференциальными анализаторами для решения ряда задач, связанных с разработкой пресловутого «Манхеттенского» проекта. Вслед за первой появилась вторая уже чисто электронная машина «ЭНИАК», предназначенная в первую очередь для решения задач внешней баллистики. Машина была построена по заказу артиллерийского ведомства для Эбердинского артиллерийского испытательного полигона.

Мы не останавливаемся на описании устройства этой машины, известном лишь в общих чертах по нескольким беглым обзорам, имеющимся в литературе, и на принципиальных недостатках ее и ее предшественника — Гарвардской машины.

Существенно то, что в последнее время построением новых усовершенствованных машин занято несколько организаций в Америке. Строятся новые машины в Гарварде, две машины для «Бюро стандартов» и ряда университетов, институтов и специальных исследовательских центров армии и флота. Приступили к сооружению подобной машины в Англии, проектируется машина и во Франции.

В литературе немало сказано о различных задачах, для решения которых предназначаются эти машины. Составление таблиц функций, астрономические вычисления, обработка статистических данных и даже составление библиографических справочников. Однако не подлежит сомнению, что главным назначением этих машин, на сооружение которых затрачиваются очень большие средства, является решение ряда научно-технических задач, связанных с выполнением программы вооружений и возникающих при разработке объектов современной военной техники.

Так, например, «Бюро стандартов» — организация с функциями, аналогичными Палате мер и весов, организовало у себя большой отдел, в котором разрабатываются проблемы управляемых снарядов. Этим же вопросом занимаются, насколько можно судить только по отдельным отрывочным данным из журналов, несколько фирменных исследовательских лабораторий и специальные исследовательские центры армии и флота.

Одна из машин предназначена главным образом для выполнения вычислений, связанных с прогнозом погоды — задачи, имеющей немаловажное значение во время войны.

Наконец, имеется еще одна область, о которой, разумеется, уже ничего не пишут, но где подобного рода вычислительные устройства или отдельные узлы этих устройств могут играть очень большую роль. Это вопросы криптографии, имеющей исключительное значение в области разведки.

Подробное перечисление областей применения подобной машины не представляется возможным. Поэтому ограничимся общим указанием современных тенденций в методах научно-исследовательской и конструкторской работы, связанной с созданием новых объектов военной техники. Объекты эти очень дороги. Особенно велики затраты на сооружение первых образцов.

Путь от первоначального замысла до первого образца очень долг. Поэтому крайне важно заменить дорогостоящий эксперимент — расчетом. Всем известно, как труден и практически невыполним этот расчет даже в том случае, когда задача может быть более или менее удовлетворительно сформулирована математически.

Точность результата должна быть высокой, т. к. абсолютная погрешность при тех значениях величин, с которыми приходится иметь дело (например, большие скорости и дальности в управляемых снарядах), должна быть в узких границах.

Такие задачи немисливо решить в сколь-либо приемлемый срок, пользуясь услугами вычислительного бюро. Непригодны для этой цели и всякого рода вычислители и модели в силу их «врожденной» неточности. Применение для решения задач быстродействующих цифровых вычислительных машин означает прежде всего огромную экономию времени, материальных средств и труда квалифицированных людей и позволяет обходиться сравнительно небольшим штатом высококвалифицированных специалистов, задачей которых является лишь формулировка задачи и оценка результатов.

Отмеченные выше обстоятельства настоятельно диктуют необходимость скорейшего сооружения и ввода в действие одной или нескольких быстродействующих цифровых вычислительных машин, предназначенных для нужд важнейших научных центров.

Кроме машин общего назначения представляется крайне целесообразным сооружение специализированных машин, например, для решения баллистических задач, прогноза погоды и др. Наконец, для некоторых совершенно специальных задач необходимо сооружение машин, использующих многие из элементов (счетных, программных), применяемых в цифровых машинах. Это позволило бы методы решения этих специальных задач существенно усовершенствовать и получать положительные результаты чаще и быстрее, чем удается теперь.

Автоматическая цифровая вычислительная машина, краткое описание которой приведено ниже, основана на оригинальной схеме.

Схемы вычислительных элементов — сумматора, умножителя, делителя и интерполятора, устройства для перевода числа из десятичной системы в двоичную и обратно, а также ряд релейных схем нигде никем не описаны и предлагаются, насколько нам известно, впервые. Объективное сопоставление с построенными или сооружаемыми за границей машинами (по имеющимся сведениям) показывает, что предлагаемая нами машина обладает принципиально существенными преимуществами (о них сказано ниже в описании). В настоящем проекте дается описание принципиальной схемы машины и составляющих ее элементов и поэтому требуется разработка детального проекта и большой объем экспериментальной работы по, важнейшим (типовым) узлам прежде, чем можно будет приступить к изготовлению и сборке машины.

## ***II. Общее описание АЦВМ***

АЦВМ является машиной общего назначения.

1). Вычисления производятся автоматически. Участие оператора заканчивается на подготовке машины для решения определенной задачи.

2). Вычисления осуществляются в электрических релейно-кодовых цепях. Механически движущиеся части имеются лишь в небольшом числе элементов машины — программном датчике, итогопечатающем устройстве и некоторых других.

3). Процесс вычисления протекает с очень большой скоростью. Машина способна выполнять до 2000 арифметических операций в секунду.

4). Машина является «цифровой». Вычисления сводятся к арифметическим действиям. Исходные данные и результаты представляются десятизначными числами (в десятичной системе). Сам вычислительный процесс проводится с числами в двоичном представлении.

В основу проекта АЦВМ были положены следующие требования, которым должна удовлетворять быстродействующая цифровая вычислительная машина:

1). Машина должна иметь устройства, выполняющие основные арифметические операции: сложение, вычитание, умножение и деление. В зависимости от общей схемы построения машины может быть на каждую операцию свое устройство или одно устройство для всех операций, так как устройство, выполняющее сложение, может

производить вычитание с помощью дополнения числа, а умножение — последовательным сложением, деление — последовательным вычитанием. Применение отдельного устройства для каждой операции значительно увеличивает скорость работы машины и уменьшает необходимую емкость «памяти».

2). Для обеспечения автоматичности и большой скорости работы машина должна иметь устройство для накопления («запоминания») как промежуточных, так и окончательных результатов вычисления. Накопитель должен принимать и передавать числа со скоростью не меньшей, чем скорость выполнения арифметических операций, продолжительность которых в электронных вычислительных машинах может быть порядка десятка микросекунд.

Накопитель должен также иметь достаточную емкость, так как от нее зависит диапазон решаемых задач. Рациональным составлением плана решения задач, а также применением отдельных устройств для выполнения арифметических операций можно сократить необходимую емкость накопителя, но и в этом случае для решения некоторых задач емкость должна быть значительной (например, на несколько сот тысяч чисел для решения алгебраических уравнений с несколькими сотнями неизвестных).

3). Должно быть устройство для введения в машину чисел в виде таблицы.

Чтение таблицы и, если нужно, интерполирование может производиться основными узлами машины или с помощью отдельного интерполятора. Применение отдельного интерполятора увеличивает скорость работы машины, упрощает программирование и уменьшает необходимую емкость памяти.

4). Быстродействующая цифровая вычислительная машина должна иметь орган для управления выбором устройств, участвующих в операции, и последовательностью вычислительных операций, в соответствии с планом решения данной задачи. Скорость управления должна быть одного порядка со скоростью выполнения арифметических операций.

Орган управления должен выбирать по ходу вычисления (применяя соответствующий критерий) между двумя или более различными последовательностями действия и проводить операцию в соответствии с результатом выбора.

Для этого должно быть устройство, определяющее знак числа, а также равенство и неравенство двух чисел.

6). Машина должна иметь входное и выходное устройство для ввода числовых данных и для выпуска результатов вычислений.

Входное и выходное устройство должны работать со скоростью органа управления.

7). Наконец, цифровая вычислительная машина должна иметь средство для «переноса» чисел между различными частями машины и для передачи программных сигналов.

АЦВМ состоит из следующих основных элементов:

1). Входного блока, содержащего клавиатуру для записи входных числовых данных и устройство для приготовления программной ленты и автоматического перевода входных данных из десятичной системы в двоичную систему счисления.

2). Главного программного датчика, управляющего работой всей машины. Главный программный датчик, в соответствии с планом решения данной задачи записанном по определенному (двоичному) коду, на программную ленту, выбирает отдельные узлы



машины, участвующие в данной операции, управляет последовательностью и видами вычислительных операций.

3). Определителя знака, равенства и неравенства двух чисел, дающего возможность главному программному датчику выбирать по ходу вычисления между двумя или более различными последовательностями операций и проводить их в зависимости от результата, доставляемого определителем.

4). Двух сумматоров.

5). Умножителя.

6). Делителя.

7). Накопителя «для хранения» числовых данных, промежуточных результатов вычислений и т. д.

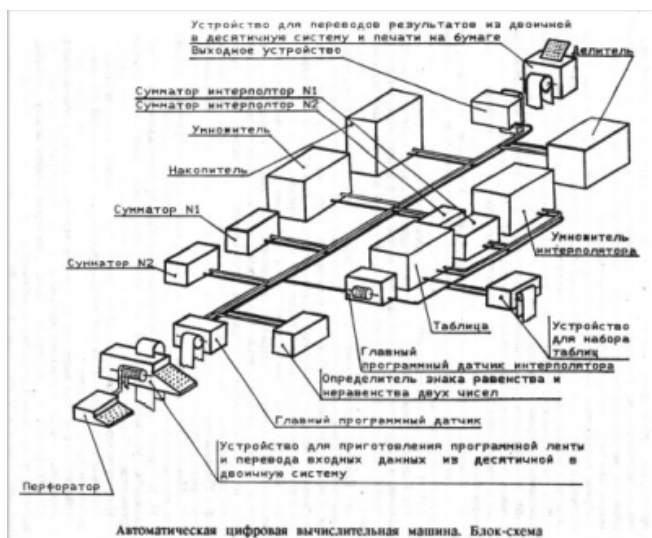
8). Интерполятора для автоматического вычисления промежуточных значений функции, заданной таблицей для небольшого числа дискретных значений аргумента.

Интерполятор содержит устройство для автоматического набора таблицы.

9). Выходного устройства для записи результатов вычислений на ленту (в двоичном представлении).

10). Устройства для перевода результатов вычислений из двоичной системы в десятичную и печатания их на бумаге.

11). Цифровых и программных магистралей для связей между элементами машины и передачи программных сигналов.



Блок-схема АЦВМ показана на рис. № 1.

План (программа) решения задачи в виде определенной последовательности действий над числами с помощью входного устройства записывается на программную ленту по логической схеме: «откуда» — «куда» — «что делать». Это соответствует вычислительной схеме при численном (разностном) методе решения задачи.

Для того чтобы машина могла работать по такой схеме, все ее элементы имеют, общую структуру входных и выходных цепей, показанную на рис. 2. (Рисунок опущен. — Прим. авт.).

Все цифры числа (и знак числа) от одного элемента машины к другому переходят одновременно. Через всю машину проходит одна цифровая магистраль (33 линии для цифр и одна для знака), к которой через «клапанные» устройства подключены цифровые входы и выходы всех элементов машины.

Клапанные устройства управляются главным программным датчиком; выбор их производится с помощью дешифраторов программного сигнала, подключенных к программной магистрали, проходящей также через всю машину. Каждому дешифратору присвоено число, двоичное представление которого является ключом для данного дешифратора. Таким образом, если на программной ленте в полосе «откуда» записан номер (ключ) дешифратора выхода умножителя, а в полосе «куда» — номер дешифратора входа сумматора № 1, то число из умножителя перейдет в сумматор. В полосе программной ленты «что делать» указывается действие, которое должно быть произведено в данном элементе машины (например, принять, передать, «стереть», умножить и т. д.). На программной ленте, кроме номеров дешифраторов и командных сигналов, наносится в каждой строке (для каждого такта) пусковой сигнал, запускающий элементы машины, участвующие в вычислении в данном такте и в тех тактах программы, где это необходимо, в полосе «цифры» записываются входные данные, заранее переведенные в двоичную систему.

Входное устройство, служащее для приготовления программной ленты, является переходным устройством между человеком-оператором и машиной и принципиально может работать только на небольших скоростях. Поэтому оно отделено от быстродействующей машины. Программная лента для решения данной задачи готовится заранее. Для устранения разрыва между производительностью машины и входного устройства можно предусмотреть несколько входных (приготовительных) устройств для одновременной подготовки к решению нескольких задач. Программная лента при использовании в машине практически не изнашивается и поэтому может быть сохранена для повторного использования при решении аналогичной задачи. В этом случае входные данные должны быть переписаны. При многократном повторении одной и той же последовательности вычислений программная лента может быть склеена в кольцо.

В машине возможен и другой способ введения числовых данных. Числа записываются не на программной ленте, а на специальной «числовой» ленте.

При этом способе числовые данные читаются с небольшого (по емкости) накопителя, который постоянно пополняется с «числовой» ленты при получении сигнала от главного программного датчика. Этот способ применяется и в устройстве для набора таблицы.

Программная лента, приготовленная по указанной выше логической схеме, закладывается в главный программный датчик, который «читает» программную ленту и, в соответствии с записью на ней, выбирает отдельные элементы машины, участвующие в данной операции, управляет последовательностью и видами отдельных операций.

Необходимо отметить, что хотя управление машиной полностью централизовано, главный программный датчик выбирает отдельный элемент машины и дает команду для начала операций. Сама операция проводится автоматически и независимо от главного программного датчика с помощью автономного программного датчика данного элемента. Например, главный программный датчик выбирает умножитель и дает сигнал

«умножить». С этого момента местный программный датчик умножителя управляет последовательным сложением частичных произведений столько раз, сколько цифр в множителе, сдвигая частичное произведение каждый раз на один разряд влево. Самостоятельный цикл вычислений отдельных элементов заканчивается к началу следующего такта программы (за исключением интерполятора). Одновременно (в один и тот же такт) может работать только один элемент машины (за исключением интерполятора). АЦВМ работает вынужденными тактами, длительность которых целиком определяется скоростью движения программной ленты. Таким образом, скорость машины легко регулируется от очень малых значений до предельной, определяемой скоростью выполнения арифметических операций и достигающей 2000 тактов в секунду.

В тех случаях, когда необходимо в зависимости от знака или величины модуля промежуточного результата вычисления изменить ход решения задачи, на программной ленте наносятся оба или более ходов решения и в полосе «что делать» отмечается, в каком случае данный ход решения не должен быть использован («если\*», «если\*», «если+»). В определитель знака равенства и неравенства двух чисел посылаются число, с которым сравнивается промежуточный результат, и сам промежуточный результат.

В зависимости от результата, полученного на выходе определителя, будет выбран необходимый ход решения.

В АЦВМ для каждой арифметической операции (кроме вычитания) и для интерполирования применяется отдельное устройство. Это значительно упрощает программирование, увеличивает скорость работы машины и сокращает необходимую емкость накопителя.

В машине применены два сумматора, один из которых может быть использован в качестве накапливающего для суммирования рядов.

Для «запоминания» числовых данных и промежуточных результатов вычислений числа посылаются в накопитель, составленный в виде таблицы. Выбор числа из накопителя производится записью на программной ленте двух ключей, соответствующих номерам дешифраторов строки и столбца, на пересечении которых находится данное число, поэтому занесение числа и получение из накопителя требуют двух тактов.

Как уже упоминалось выше, необходимая емкость накопителя зависит от характера решаемой задачи, плана решения и количества отдельных устройств, выполняющих арифметические операции. Не предпрещая сейчас вопрос о емкости накопителя, заметим, что в АЦВМ емкость накопителя может быть небольшой, благодаря применению отдельных устройств для выполнения арифметических действий и интерполятора. Как видим из таблицы № 1 (См. Прилож. 1. — *Прим. авт.*), емкость накопителя американских и английских машин, находящихся в разработке, колеблется от 1000 до 5000 чисел. Необходимо отметить, что даже сравнительная большая емкость накопителя может оказаться недостаточной для решения некоторых задач, например, для решения системы алгебраических уравнений с несколькими сотнями неизвестных.

Для таких задач емкость накопителя должна достигать нескольких сот тысяч чисел. Если задаться целью вычислять с максимальной скоростью машины, то такая емкость едва ли осуществима из-за чрезвычайного усложнения и удорожания конструкции машины. Поэтому при решении задач, требующих большой емкости «памяти», следует работать на меньшей скорости и применять «ленточный»

накопитель, емкость которого может быть весьма велика. Принцип действия «ленточного» накопителя заключается в следующем: промежуточные результаты вычислений записываются на ленту точно так же, как результаты вычислений в выходном устройстве, в том порядке, в каком они получаются, затем поступают в машину как во втором, описанном выше, способе введения числовых данных — в накопитель, который постоянно «заполняется» с этой ленты числами, снимаемыми в том порядке, в каком они участвуют в дальнейших вычислениях.

Весьма важным для цифровой вычислительной машины является возможность введения числовых данных в виде таблиц. Для этого должно быть устройство для чтения таблиц и, если нужно, интерполирования. В АЦВМ таблица может быть составлена двояко:

а) функция представляется в виде ряда

$$f(a + h) = C_0 + C_1h + C_2h^2 + C_3h^3 + \dots$$

б) в таблицу заносится аргумент и соответствующие значения коэффициентов.  $C_0, C_1, C_2, C_3 \dots C_n$

в) в таблицу заносится аргумент и необходимое число табличных разностей. В задачах с монотонно изменяющимся аргументом таблица может автоматически, по мере необходимости, обновляться с помощью устройства для набора таблицы.

Чтение таблицы и интерполирование в АЦВМ производится отдельным Интерполятором, представляющим собой упрощенную цифровую вычислительную машину с фиксированным программированием, работающую так же, как основная машина.

Для данной интерполяционной формулы программа не меняется и наносится не на ленту, а на барабан, непрерывно вращающийся с большой скоростью.

В цепи пускового сигнала главного программного датчика интерполятора имеется клапанное устройство, управляемое главным программным датчиком машины. Если после передачи аргумента в таблицу открыть цепь пускового сигнала главного программного датчика интерполятора, то начнется цикл вычислений по интерполяционной формуле, нанесенной на барабане. После одного оборота барабана вычисления закончатся, результат получится во втором (накапливающем) сумматоре интерполятора, выход которого включен в цифровую магистраль машины. Для разных интерполяционных формул должны быть разные программные барабаны, которые могут заменяться перед пуском машины. Предусматривается возможность одновременного применения нескольких программных барабанов, выбор которых (интерполяционной формулы) производится главным программным датчиком. В интерполяторе могут быть несколько таблиц для различных функций, набираемых с помощью устройства для набора таблицы.

Кроме таблиц, набираемых извне, может быть таблица, которая набирается машиной по ходу вычислений. Чтение этой таблицы производится тем же самым интерполятором. Предусматривается интерполирование до 5-го порядка. Однако, при удвоении таблицы в ширину (присоединением такой же таблицы с нанесенными на ней следующими табличными разностями), порядок интерполирования может быть повышен. Длительность интерполирования зависит от применяемой интерполяционной формулы и может быть порядка нескольких десятков тактов машины. Так как интерполятор работает автономно, то он может проводить вычисления параллельно с

другими операциями, выполняемыми машиной, и поэтому не замедляет процесс вычислений. Интерполятор может быть использован также для вычисления некоторых часто используемых функций, представленных в виде ряда.

Результаты вычислений записываются (в двоичной системе) на ленту в выходном устройстве.

Лента, на которой записывается результат вычислений, движется со скоростью программной ленты и поэтому запись результата не вызывает замедления работы машины.

Результат, записанный на ленту в двоичной системе, переводится в десятичную и отпечатывается на бумаге. Устройство, предназначенное для этого, не связано с машиной и работает с относительно небольшой скоростью; к выходному устройству относится все сказанное выше о входном устройстве.

Общая электрическая схема АЦВМ показана на рис. 3. (Схема опущена. — *Прим. авт.*). Для упрощения схемы в цепочках счетчиков и клапанных устройств показаны только крайние, а среднее заменены точками.

В интерполяторе показан только один программный барабан и одна таблица. Подробное описание схемы отдельных узлов дается ниже.

Общая схема АЦВМ достаточно сложна, однако она составлена из нескольких типовых простых схем: бинарных счетчиков, работающих по принципу «включено-выключено», клапанных устройств, триггеров и т. д. Больше всего в схеме «клапанных устройств». Если клапанные устройства составлять из электронных ламп, то общее число электронных ламп в машине существенно увеличивается. «Клапанные» лампы составляют 70 % об общего количества ламп.

Учитывая это обстоятельство, мы предусмотрели возможность замены электронных ламп в клапанных схемах более простыми элементами. Возможность такой замены следует из таблицы № 2, где показано соответствие между различными релейными элементами. Из этой таблицы видно, что клапанные схемы могут быть реализованы не только с помощью многоэлектродных ламп, но также с помощью магнитных и выпрямительных схем. Хотя постоянная времени магнитных схем значительно больше, чем у электронных, тем не менее, при использовании повышенной частоты и, если учесть, что скорость программирования не может быть очень большой, магнитные схемы могут быть применены в целом ряде мест. Не предвещая сейчас места применения тех или иных схем (магнитных или выпрямительных) в качестве клапанных устройств, мы предполагаем, что большая часть клапанных устройств может быть выполнена по таким схемам. Не останавливаясь на преимуществах и недостатках релейных элементов, приведенных в таблице № 2, заметим, что замена электронных ламп в клапанных устройствах значительно упрощает конструкцию, увеличивает надежность и долговечность, улучшает эксплуатационные качества машины.

Особенно перспективным для клапанных схем является применение кристаллических диодов (выпрямителей). К сожалению, производство этих элементов у нас пока не налажено. Однако можно не сомневаться, что это производство будет освоено, т. к. кристаллические диоды находят широкое применение для других целей в важнейших областях современной радиотехники и прежде всего в радиолокации.

Миниатюрные размеры кристаллических диодов, их пригодность для очень высоких частот, отсутствие накаливаемого катода, с которым связаны ограниченный срок

службы и большой расход энергии, выделяющейся в виде тепла, позволит осуществить в высшей степени компактные и дешевые вычислительные блоки, годные не только для стационарных, но и для передвижных устройств. Последнее крайне важно для военных применений.

Общее количество электронных ламп в чисто электронном варианте машины 3500, а при замене клапанных устройств на магнитные реле и схемы из выпрямителей элементов, число электронных ламп 1000. (Оставшиеся разделы отчета не публикуются. — *Прим. авт.*)



Еще через два месяца были составлены «Проектные соображения по организации лаборатории при Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР для разработки и строительства автоматической цифровой вычислительной машины» (см. Приложение 12). Оба документа по праву могут считаться первыми страницами истории развития цифровой электронной вычислительной техники в СССР.

Напомним, что была середина 1948 года, и А.С. Лебедев еще не приступил к разработке МЭСМ («Быстродействующими электронными счетными машинами я начал заниматься в конце 1948 г.», — напишет он позднее).

На Западе разработки подобных машин велись в основном в США (десять машин), в Англии (одна), во Франции (одна). Поскольку машины разрабатывались в основном для военных целей, публикации по ним были весьма немногословны. Большинство машин создавалось на электромеханических реле, а не на электронных лампах.

Даже беглое ознакомление с отчетами показывает обстоятельность проработки поставленной задачи. Можно только удивляться, как удалось выполнить такую, по тем временам непомерно трудную, научно-инженерную разработку и составить аван-проект

электронной цифровой вычислительной машины с программным управлением, который иначе, как классическим, назвать нельзя.

При внимательном чтении проекта убеждаешься, что Брук и Рамеев вплотную подошли к реализации принципа хранимой в памяти программы. Они осуществили его технически (в аван-проекте), предусмотрев запись программы в памяти (на ленте), выдачу результатов вычислений на такую же ленту и ввод с нее полученных чисел снова в машину для последующих вычислений. Иначе говоря, была обеспечена возможность обработки команд в арифметическом устройстве машины (что и ставится в заслугу Джона фон Неймана и С.А. Лебедева).

Об этих нескольких памятных месяцах озарения я попросил рассказать самого Б.И. Рамеева.

Вот что он сообщил.

«Работа в ЦНИИ № 108 явилась хорошей школой для меня. Полученные знания в области электроники, а также почти двадцатилетний опыт радиолюбительства и склонность к изобретательству объясняют, почему, работая у Брука, удалось сделать так много. Мы с Исааком Семеновичем вместе обсуждали общие идеи машины, которую собирались создать. Я потом чертил конкретные схемы с пояснительными записками, давал ему на просмотр. Он делал замечания, если было необходимо (это видно на сохранившихся у меня рукописях некоторых заявок на изобретения и рукописи краткого описания АЦВМ, находящейся в Политехническом музее). Работал я в его кабинете в здании главного корпуса Энергетического института АН СССР.

Говорили мы с ним и о том, как этот проект осуществить. Возникла идея, что для этого необходимо СКВ. Я в течение двух недель работал в Ленинской библиотеке, изучал литературу по проектированию промышленных предприятий и заводов. В результате родился документ, копию которого я Вам передаю.

Не помню, где и как питался в то время, а вот жил в комнате, где хозяйка хранила картошку, и топил печку толстыми томами свода законов царской России, которые там обнаружил. С 1944 г. снимал комнату (иногда угол) на 2–4 месяца в самых разных районах Москвы. Поменял десятки мест. Никто не хотел прописывать, а без прописки хозяева тогда боялись надолго пускать квартиранта. Вещей у меня было три бумажных мешка. Вог с ними я и переезжал из одной квартиры в другую. В 1952 году от СКБ-245 получил комнату в общей квартире».

За год совместной работы Брук и Рамеев подготовили и послали в Комитет по изобретениям более 50 заявок на изобретение различных узлов ЭВМ. Однако многие из них возвращались непризнанными или с массой вопросов. Среди тех, кто их оценивал, не было специалистов по вычислительной технике. (Эксперт, рассматривавший заявки, был специалистом по электродвигателям.) В конце-концов заявки стали принимать. В декабре 1948 г. они подготовили и послали заявку на изобретение «Автоматическая цифровая вычислительная машина» (с использованием общей шины) и получили авторское свидетельство № 10475 с приоритетом от 4. XII.1948 г. — первое в области цифровой электронной вычислительной техники в стране!

В начале 1949 г. Брук выступил с идеей цифровой ЭВМ в Артиллерийской академии. Он был действительным членом этой Академии с 1947 г. Для убедительности был продемонстрирован макет диодно-матричного арифметического устройства, спроектированного и отлаженного Рамеевым. Это было первое в стране сообщение о разработке отечественной электронной цифровой вычислительной машины.

В начале 1949 года Рамеева как специалиста по радиолокации (сказалась его работа в 108-м институте) неожиданно призвали в армию и самолетом отправили на Дальний Восток. Спешка, однако, оказалась излишней, — полтора месяца он ждал назначения, а потом был зачислен преподавателем в школу подводников. Брук не переставал хлопотать о его возвращении, сумел подключить к этому главного ученого секретаря АН СССР академика Н.Г. Бруевича и министра машиностроения и приборостроения П.И. Паршина. В конце концов Башир Искандарович вернулся в Москву. Дома его ждало письмо с предложением перейти на работу в Министерство машиностроения и приборостроения СССР на должность заведующего лабораторией СКБ-245, которому поручалась разработка цифровых вычислительных машин.

Министр дал подписку в том, что лично отвечает за «сына врага народа» — этого требовала секретность проводимых работ.

Рамеев начал разработку эскизного проекта цифровой электронной вычислительной машины, в котором был использован ряд идей из полученных совместно с Бруком авторских свидетельств (общая шина, кодово-позиционное АУ и др.). Технический совет СКБ-245, рассмотрев проект Рамеева, утвердил его. Это произошло в первый день появления на работе в СКБ-245 будущего главного конструктора машины Ю.Я. Базилевского, назначенного руководителем отдела цифровых машин СКБ-245.

Началась работа по техническому проектированию и созданию ЭВМ «Стрела».

Работа по созданию «Стрелы» велась с колоссальным энтузиазмом. Коллектив разработчиков, зная, что соперники в ИТМ и ВТ АН СССР, где шла разработка БЭСМ, не дремлют, старался сделать не только все возможное, но и то, что вначале казалось недостижимым. Директор завода счетно-аналитических машин, он же начальник СКБ-245 и директор НИИ Счетмаша, М.А. Лесечко отдал этой работе весь свой блестящий организаторский талант. За две-три ночи монтировалась громоздкая аппаратура для охлаждения громадных помещений, в которых устанавливались для отладки смонтированные устройства «Стрелы». Достойным помощником был его заместитель и главный конструктор «Стрелы» Базилевский, быстро сориентировавшийся в работе.

Мне удалось разыскать ветерана СКБ-245, участницу разработки ЭВМ «Стрела» Евгению Тихоновну Семенову. Ее рассказ во многом воссоздает атмосферу того времени, поэтому привожу его почти полностью.



«Как сейчас помню: в марте пятидесятого года пришла в отдел кадров МЭИ за направлением в НИИ-10. На распределении я согласилась пойти на работу в этот тогда престижный „почтовый ящик“. А меня послали и какое-то СКБ-245, о котором никто и



не слышал. Но не стала возражать. Взяла направление и пошла. И как же мне тогда повезло! Во-первых, я попала в лабораторию Башира Искандаровича Рамеева. Проработала у него пять лет, и все, что он мне дал за эти годы, осталось на всю жизнь. Во-вторых, создателем и руководителем СКБ-245 был Михаил Авксентьевич Лесечко, безусловно, очень интересный человек и талантливый руководитель — таких я больше не встречала. И, наконец, самое главное — работа. Мы создавали одну из первых в стране цифровую электронную вычислительную машину. Первые месяцы читали американские журналы со статьями по вычислительной технике. Слава Богу, начальство поставляло их в достаточном количестве. Рамеев давал идеи, а затем мы разрабатывали все сами. Ну в каком НИИ-10 я бы это имела!

СКБ-245 и НИИ Счетмаш были созданы на базе завода САМ. Это произошло где-то в конце сорок девятого или в начале пятидесятого года. Находились мы все на одной территории.

В СКБ-245 было несколько отделов. В связи с полной нашей „закрытостью“ названия отделов были заменены номерами. А мы их называли иногда именами руководителей отделов, иногда — по выполняемой тематике.

1-й отдел, как и на всех аналогичных предприятиях, обеспечивал секретность разработок, проверял нашу подноготную, выдавал тетради, прошитые, пронумерованные и опечатанные. Каждое утро мы получали там свои чемоданы с тетрадями и бумагами и в конце рабочего дня их сдавали.

Во 2-ом отделе проводились работы по аналоговым вычислительным средствам. Руководителем был Роман Васильевич Плотников. В этом отделе работали ребята из МЭИ — Женя Глазов и Миша Ионкин. С ними у нас была большая дружба, поэтому мы всегда были в курсе всех событий этого отдела. Там же работали Витенберг, Сулим, Гена Петров и др.



3-й отдел наш. Мы занимались разработкой вычислительной машины „Стрела“. Руководителем отдела был Юрий Яковлевич Базилевский. К работе нашего отдела я еще вернусь.

4-й отдел математический. Руководителем был Ифраим Аврумович Глузберг. Позже его сменил Дмитрий Алексеевич Жучков. Для „Стрелы“ отдел разрабатывал стандартные программы и проводил оценки выполнения операций. Взаимодействовали мы в основном с Леной Еремеевой.

5-й отдел занимался материальным обеспечением.

6-й отдел разрабатывал дифференциальный анализатор. Руководил отделом Александр Алексеевич Бедняков.

Позже были организованы другие отделы.

В нашем отделе было несколько лабораторий. Лаборатория Рамеева отвечала за арифметическое устройство и блок оперативной памяти. Я разрабатывала устройство умножения-деления. Борис Зайцев разрабатывал блок сложения-вычитания. А вообще-то в лаборатории, кроме Рамеева, нас было шесть человек: Борис Зайцев, Олег Лукьянов, Толя Лазарев, Лиза Коновалова, Нина Беленкова и я. Толя тогда учился в Институте связи и числился лаборантом. Много позже, уже после моего ухода, он стал главным инженером СКБ-245.

Еще была лаборатория Георгия Михайловича Прокудаева. У него работали Саша Ларионов, Лариса Дмитриева и Майя Котляревская. Все они тоже были из МЭИ, но пришли на год позже. Лаборатория Прокудаева разрабатывала внешние запоминающие устройства на электронных трубках. У них что-то не ладилось. Очень ненадежными оказались трубки, и Рамеев с Лазаревым начали разрабатывать внешнюю память на магнитном барабане. Первые экземпляры „Стрелы“ так и пошли с памятью на барабанах.

Внешними устройствами для „Стрелы“ занималась лаборатория Трубникова.

В СКБ-245 работало и много других интересных людей. Хочется упомянуть Юлия Анатольевича Шрейдера и Владимира Алексеевича Шилейко. Во время работы в СКБ-245 Юлий Анатольевич защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а позже — доктора философских наук. Владимир Алексеевич стал заведующим кафедрой в МИИТе.

С начальством Рамеев ладил не всегда, но с подчиненными обычно говорил тихим и спокойным голосом. Тогда, насколько я помню, у Базилевского с Рамеевым существовали некоторые разногласия. Это естественно: много сложных вопросов по структуре, по общей организации работы машины, по элементной базе (делать машину на реле или на лампах). По настоянию Рамеева мы делали „Стрелу“ на лампах. Как сейчас, стою перед стойкой с двумя с половиной тысяч ламп и держу в руках Пб, не какую-нибудь пальчиковую крошечку-лампочку, а Пб — сантиметров десять высотой. Стойка с устройством умножения была длиной метров пять да высотой два с половиной, а то и больше.

Работали мы на совесть — и вечерами, и ночами приходилось. Особенно, когда собиралось появиться высокое начальство. А приезжали из ЦК, из министерства, из главка. Готовились мы загодя. В день приезда убирали даже паяльники, и Рамеев говорил: „Опять сидим... с вымытой шеей!“

Задерживаться на работе можно было на сколько угодно, а вот за опоздание на три минуты вызывал и делал замечания заместитель директора по хозяйственной части Лоханкин. За двадцать минут опоздания дело передавали в суд. На входе стояли часы, и нужно было отбивать карточку. Во сколько вставил, столько и отобьется. Табельщица была суровая женщина, неприступная.

Как я сейчас понимаю, машину мы разработали в рекордно короткие сроки. Причем нужно учесть, что мы разрабатывали не только логику, но конструировали и рассчитывали все элементы. Начали разработку примерно в марте пятидесятого года, в конце 1951-го документация была передана на завод САМ, а в конце 1952 года первый экземпляр машины был готов к отладке.

В 1953 году работающий экземпляр машины „Стрела“ был предъявлен комиссии по Сталинским премиям. Одновременно Лебедев выдвинул на премию машину БЭСМ.

Премию дали СКБ-245, „Стрела“ оказалась лучше подготовленной к промышленному выпуску и ее разработка потребовала меньше средств. В СКБ-245 острили, что „Стрела“ дешевле из-за невыплаченных нам сверхурочных.

Характеристики „Стрелы“ были для того времени обычными. Скорость — 2000 операций в секунду. Оперативная память — 2048 слов. Разрядность — 43. Машина трехадресная.

К моменту выдачи премии я уже ушла в аспирантуру МЭИ и навсегда рассталась со своим любимым предприятием под названием СКБ-245.

Но, читая в МЭИ лекции по импульсной технике, всегда пользовалась методами, разработанными при расчете схем машины „Стрела“, и в первую очередь вспоминала Башира Искандаровича.

К этому времени М.А. Лесечко из СКВ тоже ушел. Директором стал В.В. Александров. Лесечко оказался в Совмине. Я уже не надеялась когда-нибудь увидеть его. Но однажды захожу в метро на станции „Охотный ряд“. Слышу, кто-то в будке телефона-автомата стучит по стеклу и что-то кричит. Оборачиваюсь. Михаил Авксентьевич! Стучит монеткой и кивает головой. Мне было очень приятно его увидеть.

И все-таки одна вещь в СКБ-245 давила меня все пять лет. На входе солдат. В рабочее время без бумаги, подписанной начальством, не войти, не выйти. Случись что дома с сыном, мамой, — солдат не выпустит. А ведь мы работали и вечерами, и в воскресенье! Не считались.»

И еще первый отдел. Не дай Бог в конце рабочего дня не сдать чемодан со своими тетрадами, чертежами или какую-нибудь бумажку из чемодана. Строгий выговор, разбор на собрании лаборатории. Бред какой-то! Не раз бывало: задержалась в лаборатории до поздней ночи, дома сын и мама ждут, не спят. Еду в метро, и начинается: «Осциллограф! Выключила? Чемодан? О Господи, не помню! Да нет, я же его перед обедом сдавала-.»

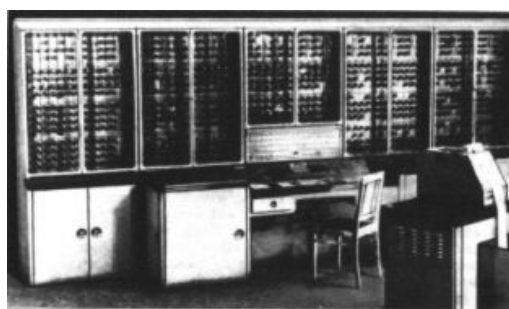
«Обращаясь памятью к тем годам, — вспоминает участник работ А.В. Щилейко, теперь д.т.н., профессор, — не решусь сказать, кто был автором или, если угодно, лидером разработки ЭВМ „Стрела“. Слов нет, такие специалисты, как Рамеев и Прокудаев, во всем, что касалось решаемых или конкретных задач, обладали гораздо большими знаниями по сравнению с руководителями Лесечко и Базилевским. При всем при том, без Базилевского „Стрела“ вряд ли получила бы конструктивное завершение, а без Лесечко могла бы не состояться вообще.»

Как заместитель главного конструктора Б.И. Рамеев участвовал в разработке машины в целом. Под его руководством и непосредственном участии были спроектированы арифметическое устройство и устройство внешней памяти на магнитном барабане. Оперативная память на электронно-лучевых трубках была спроектирована Г.М. Прокудаевым и А.М. Литвиновым, устройство управления — А.П. Цыганкиным. С огромным энтузиазмом вместе с ними трудились Ю.Ф. Щербаков, Н.В. Трубников, Б.Ф. Мельников, Г.Л. Марков, И.Ф. Лыгин и др.

В кратчайшие сроки (менее года) Московский завод счетно-аналитических машин обеспечил выпуск первых экземпляров ЭВМ «Стрела» (всего было выпущено семь). Они были установлены в ВЦ АН СССР, в Институте прикладной математики АН СССР и ВЦ министерств, решавших задачи, связанные с развитием аэрокосмических исследований и атомной энергетики.

Появление мощной (по тем временам) вычислительной техники во многом способствовало успешному запуску первого в мире спутника Земли, созданию первой атомной станции, решению задач, связанных с обороноспособностью страны.

Создатели ЭВМ «Стрела» во главе с Лесечко, Базилевским и Рамеевым в 1954 г. получили Государственные премии I, II и III степеней.



Ю.Я. Базилевскому было присвоено звание Героя Социалистического труда. «Стрела» стала первой ЭВМ, выпущенной промышленностью.

Рамееву запомнился такой любопытный эпизод. В 1954 г., когда сдавали первую ЭВМ «Стрела», установленную в ИПМ АН СССР, во время отладочных работ часто заходили М.В. Келдыш и М.А. Лесечко. Результаты решения контрольных задач из области ядерной физики были чрезвычайно впечатляющими и, по-видимому, в связи с этим Келдыш во время одной из бесед сказал: «Если бы таких ЭВМ выпустить 5–7 штук, то для Советского Союза этого было бы вполне достаточно». А ведь «Стрела» по своим возможностям была меньше первых моделей персональных ЭВМ!

В 1951–1953 гг. Б.И. Рамеев прочитал курс лекций по цифровой вычислительной технике в МИФИ (по совместительству). В эти годы лекции по только что возникшей новой области знаний читались лишь в двух институтах — МИФИ и МЭИ (в последнем их организовал С.А. Лебедев). Для слушания курса отбирались лучшие студенты, среди них было немало бывших фронтовиков. По предложению Башира Искандаровича был проведен эксперимент — дипломники объединялись в группу, которой предлагалось спроектировать ЭВМ. Таким образом достигалась главная цель — освоение студентами не только отдельных устройств, но и ЭВМ в целом.

Многие из подготовленных им молодых специалистов впоследствии стали ведущими разработчиками отечественных ЭВМ.

Работа на кафедре МИФИ привела его к мысли обратиться в Министерство культуры (тогда в его составе было Главное управление высшего образования) с

просьбой разрешить завершить свое образование сдачей необходимых экзаменов экстерном. Его просьбу поддержали М.А. Лесечко и кафедра МИФИ, где он читал лекции.

Ответ чиновников от культуры был не только неутешителен, но и оскорбителен, — ему не разрешили сдачу экзаменов экстерном и запретили чтение лекций как не имеющему высшее образование.

## Главный конструктор «Уралов»

После завершения работ по «Стреле» он с удвоенной энергией берется за создание машины «Урал-1» (той самой, что на много лет стала потом «рабочей лошадкой» во многих ВЦ страны) с дальним прицелом создать семейство машин начиная от ЭВМ малой производительности и кончая мощными универсальными ЭВМ. На этот раз он назначается главным конструктором новой машины.

Для производства «Урала-1» был выделен завод в Пензе. В 1955 г. Башир Искандарович переехал в этот город вместе с группой талантливых молодых специалистов, работавших с ним в Москве в СКБ-245. Именно здесь, в Пензе, где он стал главным инженером и заместителем директора по научной работе НИИ математических машин (вначале Пензенского филиала СКБ-245, потом Пензенского НИИ управляющих машин), под его руководством в течение тринадцати лет одна за другой рождались и выпускались новые ЭВМ — за «Уралом-1» «Урал-2», «Урал-4», ряд специализированных ЭВМ, а затем «Урал-П», «Урал-14», «Урал-16» — целое семейство совместимых ЭВМ, в котором воплотились его идеи, опережавшие в ряде случаев то, что было за рубежом.



В письме на мое имя он сообщил: «Коллектив разработчиков, который составил затем Пензенскую школу, начал складываться в 1952–1954 годах еще в Москве в СКБ-245. Часть ребят, которые учились у меня в МИФИ и проходили преддипломную практику в моем отделе, после окончания института были направлены в СКБ-245 и приняли участие в наладке арифметического устройства „Стрелы“. К ним присоединились молодые специалисты-выпускники других институтов. В 1953–1954 гг. начались работы над „Уралом-1“. Учитывая, что машина предназначалась для серийного производства, я обращал особое внимание на унификацию ячеек, узлов и конструкций. На этой стадии лично участвовал в разработке схем, экспериментах и наладке. Активное участие в разработке „Урал-1“ принимали В.С. Антонов, В.И. Мухин, А.Н. Невский, А.А. Лазарев и другие. В Пензе, по мере того, как они набирались опыта и вырастали в талантливых разработчиков, я стал доверять им разработку машин, вначале специализированных. На унифицированных элементах были разработаны специализированная ЭВМ для метеорологических расчетов „Погода“ (ведущий разработчик Н.Г. Маслов); специализированная ЭВМ для расчета вероятностных характеристик результатов наблюдений „Гранит“ (ведущий разработчик Ю.Н. Беликов, продолжал в Пензе — В.В. Пржиалковский); специализированная ЭВМ

для рентгеноструктурного анализа кристаллов „Кристалл“ (ведущий разработчик Е.Т. Семенова); специализированная ЭВМ для определения координат по радиопеленгам (ведущий разработчик В.С. Маккавеев); ЭВМ специального назначения № 56 (ведущий разработчик В.С. Антонов); ЭВМ специального назначения № 46 (ведущий разработчик А.И. Лазарев); ЭВМ специального назначения № 17 (ведущий разработчик В.С. Маккавеев); ЭВМ специального назначения № 27 (ведущий разработчик В.С. Маккавеев).

На той же элементной базе (ламповой) были разработаны универсальные ЭВМ „Урал-2“ (1959 г.), „Урал-4“ (1961 г.). Основными разработчиками были: А.Н. Невский, В.И. Мухин, Г.С. Смирнов, А.С. Горшков, А.Г. Калмыков, Л.Н. Богословский, М.Н. Князев, О.Ф. Лобов и другие.



Благодаря сложившемуся молодому и талантливому коллективу за первые 10 лет моей работы в Пензе были созданы, сданы заказчику и внедрены в производство 11 ЭВМ и около 100 периферийных устройств.

В это же время начались работы над системами. По заказу Центральной аэрологической лаборатории под руководством Ю.Н. Беликова была создана система для обработки результатов вертикального зондирования атмосферы с помощью шаропилотных зондов — „Централизованно-кустовая вычислительно-телеметрическая система „Атмосфера““.

В 1960 году были начаты работы по созданию семейства полупроводниковых „Уралов“. Основные черты нового поколения машин были сформулированы мною еще в 1959 г. В соответствии с ними я определил состав семейства машин, их структуру, архитектуру, интерфейсы, установил принципы унификации, утвердил технические задания на устройства, ограничения на типоминималы используемых комплектующих изделий, некоторые другие документы. В процессе проектирования обсуждал с разработчиками основные решения и ход работы. В остальном ведущие разработчики и руководители подразделений имели полную свободу.

В ноябре 1962 г. была закончена разработка унифицированного комплекса элементов „Урал-10“, рассчитанного на автоматизированное производство. Хотя элементы разрабатывались для использования в серии ЭВМ „Урал-П“ — „Урал-16“, они нашли широкое применение и в других средствах вычислительной техники и автоматике. Для этих целей было выпущено несколько миллионов штук элементов.

В апреле 1963 г. была закончена разработка аван-проекта новой серии „Уралов“, который состоял из 5 частей: элементы, узлы и блоки; устройства; машины; системы передачи дискретной информации по линиям связи; материалы по стоимости и

трудоемкости изготовления элементов, блоков, устройства и машин, рассмотренных в аван-проекте.

21–22 мая 1963 года аван-проект был рассмотрен на Координационном междуведомственном НТС Госкомитета по радиоэлектронике СССР.

НТС постановил:

1. Одобрить аван-проект ряда универсальных цифровых вычислительных машин на полупроводниковых элементах для народного хозяйства и рекомендовать положить в основу для проведения ОКР.

7. С целью сокращения сроков разработки машин и освоения их в серийном производстве просить Госкомитет по радиоэлектронике СССР, СНХ СССР и СНХ РСФСР решить вопрос о подключении к разработке научно-исследовательских институтов ГКРЭ и КБ заводов совнархозов, имея в виду окончание разработки и внедрения в серийное производство всех машин ряда в 1964–1965 гг.

8. Считать первоочередной задачей, с целью удовлетворения текущих потребностей народного хозяйства, разработку и внедрение в народное хозяйство машин типа „Урал-11“ и „Урал-14“ с учетом обеспечения их серийного производства с 1964–1965 гг. взамен выпускаемых в настоящее время ламповых машин. (Краткие данные о семействе ЭВМ „Урал“ приведены в Приложении 13. — *Прим. авт.*)

С 1964 г. „Урал-11“ и „Урал-14“ выпускались серийно, а производство „Урал-16“ началось с 1969 г. Вот фамилии тех, кто сделал основной вклад в создание семейства ЭВМ „Урал-П“ — „Урал-16“ и составлял основной костяк

Пензенской школы цифровых вычислительных машин: Б.И. Рамеев — руководитель разработки, главный конструктор машин „Урал“, В.И. Бурков, А.Н. Невский, Г.С. Смирнов, А.С. Горшков, В.И. Мухин — заместители Главного конструктора, Л.Н. Богословский, В.К. Елисеев, В.Г. Желнов, А.Г. Калмыков, М.П. Князев, Н.М. Коноплян, О.Ф. Лобов, А.И. Плетминцев, Ю.В. Пинигин.

Особо хотел бы отметить выдающиеся способности и вклад В.И. Буркова в разработку структуры, системы команд, операционной системы и программное обеспечение. Им предложено, кажется, впервые в СССР, формальное описание команд для одинакового понимания их как математиками, так и конструкторами.

Важно отметить, что Пензенский институт явился „кузницей кадров“ для многих институтов по вычислительной технике в ряде городов Союза: в Минске (Пржиалковский, братья А.Я. и В.Я. Пыхтины и другие, до 10 человек), Ереване (Цехновицер, Торопов и др.), Тбилиси (Бруси-ловский и др.), Лисичанске (Рязанов и др.).

С удовольствием отмечаю, что в период моей конструкторской деятельности и в Москве и в Пензе я работал в организациях, которые с полным основанием можно назвать научно-производственными объединениями. Научно-исследовательский институт, СКВ и завод возглавлялись одним директором (в Москве — М.А. Лесечко, в Пензе — Н.А. Разумов и позже В.А. Шумов) и поэтому не возникало проблем с внедрением в серийное производство новых разработок. В этом отношении я, возможно, был в лучшем положении, чем другие главные конструкторы. Во всей конструкторской деятельности одним из главных принципов я считал унификацию. Так было, когда разрабатывали ламповые „Ура-лы“, и это позволило на базе унифицированных элементов и конструкций в короткий срок создать ряд ЭВМ. Вопросу унификации было уделено особое внимание, когда разрабатывали новую



серию „Урал-11“ — „Урал-16“. Максимальная унификация элементов, узлов, устройств, машин, стандартизация связей (интерфейсов) дала возможность минимизировать номенклатуру и тем самым облегчить компоновку систем и облегчить серийное производство. Расширение и развитие идей такой глубокой унификации и стандартизации и привели меня к определению основных системных, структурных, логических, конструктивных и технологических особенностей будущих ЭВМ».



Основные черты нового поколения машин, воплощенные Б.И. Рамеевым в новой серии «Уралов», кратко сводятся к следующему:

машины должны представлять собой конструктивно, схемно и программно совместимый ряд ЭВМ различной производительности, с гибкой блочной структурой и широкой номенклатурой устройств со стандартизованным способом подключения, позволяющим подобрать комплект машины, наиболее подходящей для данного конкретного применения, и поддержать в процессе эксплуатации параметры машины на уровне изменяющихся потребностей заказчика и новых разработок устройств;

конструктивные и схемные возможности должны позволять комплектовать системы обработки информации, состоящие из нескольких одинаковых или разных машин, обеспечивая плавное изменение количественных характеристик ряда и существенно расширяя ряд в сторону увеличения производительности, расширения круга решаемых задач и областей применения;

возможности резервирования отдельных устройств и машин должны обеспечить создание систем повышенной надежности для обработки информации в заданное время.

Должны быть предусмотрены:

система схемной защиты информации, независимость программ от места в памяти, система относительных адресов, развитая система прерываний и приостановок и

соответствующая система команд, позволяющая организовать сложную систему одновременно работающих устройств и одновременное решение многих задач;

возможность работы в режимах с плавающей и фиксированной запятой, в двоичной и десятичной системах счисления, выборку и выполнение операций со словами фиксированной и переменной длины, что позволяет эффективно решать как плано-экономические, информационные, так и научно-технические задачи;

система аппаратного контроля устройств хранения, адресации, передачи, ввода и обработки информации;

большая емкость оперативной памяти с непосредственной выборкой слов переменной длины, эффективные аппаратные средства контроля и защиты программ друг от друга, ступенчатая адресация, развитая система прерываний и приостановок, возможность подключения памяти большой емкости с произвольной выборкой на магнитных барабанах и дисках, наличие датчика времени, аппаратуры сопряжения с каналами связи и пультов операторов для связи с машиной, что дает возможность строить различные системы обработки информации коллективного пользования, работающие в режиме разделения времени;

высокая степень унификации элементов, блоков и устройств для организации технологичных, хорошо контролируемых и рассчитанных на массовое производство технологических процессов, обеспечивающих качество и надежность изделия.

Основные черты нового поколения машин были изложены в аван-проекте на семейство ЭВМ «Урал-11», «Урал-14», «Урал-16» (см. копию титульного листа аванпроекта. Приложение 14.). Он появился на полтора года раньше публикаций об американском семействе машин IBM-360. Таким образом идея создания семейства программно и конструктивно совместимых ЭВМ была высказана Рамеевым независимо от американских ученых и реализована практически одновременно. Важно отметить и то, что в отличие от первых моделей семейства IBM-360 семейство «Уралов» обеспечивало возможность создания систем обработки информации, состоящих из нескольких одинаковых или разных машин, было рассчитано на работу в сетях и, наконец, было «открытым» для дальнейшего наращивания технических средств. Математическое обеспечение «Уралов» находилось на достаточно высоком уровне, о чем свидетельствует акт Государственной комиссии, подписанный академиком А.А. Дородницыным:

«Впервые в СССР реализован системный подход к разработке математического обеспечения для ряда ЭВМ. В разработанной системе использованы собственные оригинальные решения. Разработанная операционная система выполняет основные функции, реализуемые в современных операционных системах. Документация по математическому обеспечению отличается высоким качеством, полнотой и единством оформления».

Пензенский НИИММ занимался также разработкой многочисленных систем для народного хозяйства и обороны. Не случайно академик В.С. Семенихин как-то сказал: «С точки зрения систем ИММ — самый сильный». Эта сторона деятельности Б.И. Рамеева заслуживает отдельного описания.

В 1962 г. ему была присвоена ученая степень доктора технических наук без защиты диссертации.

Академик А.И. Берг в своем отзыве о научно-технической деятельности Рамеева писал:

«Башира Искандаровича Рамеева я знаю в течение 17-ти лет... По характеру научно-технической деятельности и объему выполненных работ Б.И. Рамеев давно находится на уровне требований, предъявляемых к доктору наук. Поэтому считаю, что Б.И. Рамеев вполне заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук без защиты диссертации».

Академик Лебедев и член-корреспондент АН СССР Брук в своих отзывах также сочли, что Рамеев безусловно заслуживает присвоения степени доктора наук без защиты диссертации.

Казалось, справедливость восторжествовала. Сорокачетырехлетний ученый был полон сил и новых творческих замыслов...

## Несбывшиеся надежды

Накопленный огромный опыт по созданию. «Уралов», сравнение достигнутого с новыми средствами зарубежной вычислительной техники подсказывали Рамееву, что есть возможность создать вычислительные средства нового поколения, отвечающие мировому техническому уровню. Так думал не только он, но и многие другие выдающиеся ученые того времени — Лебедев, Дородницын, Глушков и др. Они исходили из весьма благоприятной ситуации, сложившейся в стране.

Правительство выделяло на развитие важной отрасли науки и техники значительные средства. Существовали (частично — в стадии завершения) десятки заводов, несколько крупных научно-исследовательских институтов в Москве, Минске, Киеве, Ленинграде, Пензе, Ереване, получивших опыт разработки ЭВМ второго поколения, и только что развернутая в Москве самая крупная научная организация страны — НИЦЭВТ. К этому следует добавить немаловажную деталь: отрицание кибернетики (а вместе с ней и вычислительной техники) ушло в прошлое. Компьютеризация народного хозяйства, науки, техники рассматривалась как одна из самых актуальных задач. На правительственном уровне было принято решение о создании Единой системы ЭВМ (ЕС ЭВМ, сокращенно — РЯД) — нового поколения машин на интегральных схемах.

К созданию семейств (систем, рядов) ЭВМ в странах Запада первыми приступили США, затем подключились Англия и ФРГ. В США в 1963–1964 гг. фирмой IBM была разработана система машин (моделей) IBM-360. Она включала модели различной производительности, для которых было разработано обширное математическое обеспечение. Для малых моделей предлагалась операционная система ДОС/360 (объем программ до 1 млн. команд), для больших — ОС/360 (объем программ до 2 млн. команд). Последняя понадобилась потому, что ДОС/360 оказалась недостаточной для больших моделей. Опыт разработки сложных и объемных операционных систем показал, что на их создание требуется труда даже больше (тысячи человеко-лет), чем на разработку собственно технических средств.



Несколько позднее в Англии фирмой ICL был разработан более простой в плане математического обеспечения ряд ЭВМ третьего поколения под названием «Система-4». В ФРГ почти одновременно появился аналогичный ряд ЭВМ фирмы «Сименс».

Первой страной в Восточной Европе, приступившей к разработке ряда совместимых ЭВМ, стала ГДР, которая решила скопировать одну из моделей американской системы IBM-360.

Дискуссия о третьем поколении ЭВМ — по их структуре и архитектуре — развернулась в СССР в конце 60-х годов. 26 января 1967 г. состоялось совместное заседание Комиссии по вычислительной технике АН СССР (председатель А.А. Дородницын) и Совета по вычислительной технике ГКНТ при Совете Министров СССР (председатель В.М. Глушков). Вел его Глушков. Обсуждался единственный вопрос: какой должна быть ЕС ЭВМ, которая намечалась к созданию в СССР совместно со странами СЭВ? Было принято решение использовать как прототип логическую структуру и систему команд, принятую в IBM-360. Единственным оппонентом, написавшим свое особое (отрицательное) мнение, был... председательствующий на дискуссии Глушков, считавший, что использовать зарубежный опыт, безусловно, надо, но не в такой степени, чтобы просто копировать зарубежные системы, к тому же созданные несколько лет назад.

Кстати, в Академии наук СССР силы специалистов в области электронной техники в то время были значительно ослаблены, если не сказать жестче — подорваны. По правительственному решению, инициатором которого был Н.С. Хрущев, ряд институтов был передан промышленным министерствам. Так, ИТМ и ВТ АН СССР был передан Минрадиопрому и лишь номинально оставался в составе Академии наук СССР.

Разработчики «Уралов» во главе с Рамеевым так же, как Глушков, предложили вести новую разработку на основе отечественного опыта с учетом зарубежных достижений. В октябре 1967 г. они написали в Минрадиопром, которому была поручена разработка ЕС ЭВМ:

«Решение о разработке единого ряда электронных математических машин, предназначенных для использования в народном хозяйстве, правильное и своевременное. Оно призывает к объединению усилий коллективов разработчиков математических машин. Нужно ожидать, что это позволит резко увеличить производство математических машин благодаря единой технологической и конструктивной основе и даст возможность использовать единое математическое обеспечение для большинства применений.

Успех, который предполагается достигнуть в результате разработки единого ряда машин, целиком определяется путями решения этого вопроса. Не может не вызвать серьезных возражений решение о копировании моделей машин системы IBM-360, предложенное комиссией по вычислительной технике при Президиуме АН СССР 26.1.67 г.

Необходимо учитывать, что система IBM-360, являясь разработкой 1963–1964 годов, уже в настоящий момент начинает отставать от уровня требований, предъявляемых к математическим машинам.

... Предложение о копировании системы IBM-360 эквивалентно планированию производства математических машин в семидесятые годы на уровне математических машин начала шестидесятых годов. Учитывая тенденцию развития науки и техники, можно смело утверждать, что в семидесятые годы архитектура системы IBM-360 будет устаревшей, не способной удовлетворить требования, предъявляемые к вычислительной технике.



...Архитектура системы IBM-360 имеет ряд недостатков, без устранения которых недопустима разработка ряда машин, предназначенных для использования в ближайшее десятилетие, так как совокупность этих недостатков делает систему не соответствующей даже сегодняшним требованиям.

Копирование зарубежной разработки исключит возможность использования собственного опыта, накопленного коллективами разработчиков математических машин, и на ближайшие годы приведет к отказу от начала разработок, использующих новые принципы. Все это приведет к торможению развития вычислительной техники в стране.

Коллективы разработчиков отечественных математических машин имеют достаточный опыт для разработки рядов машин, соответствующих уровню требований, которые будут предъявлены к вычислительной технике в ближайшие годы.

...Правильным явилось бы решение о разработке архитектуры единого ряда отечественных машин на базе опыта, накопленного в стране с учетом новейших зарубежных достижений».

Разработчики «Уралов» имели все основания для такого вывода. Они уже реализовали идею ряда программно совместимых ЭВМ в полупроводниковых «Уралах-11», -14, -16. При всех обсуждениях серии «Уралов» в АН СССР, НТС Госкомрадиокомитета и междуведомственных комиссиях не было ни одного принципиального замечания по техническим решениям, структуре, функциональным возможностям, операционной системе и т. д. Сравнение архитектурных решений и функциональных возможностей «Уралов» с соответствующими параметрами зарубежных систем (IBM-360 и «Система-4») показывало, что «Уралы» не уступают им по этим показателям, а по некоторым даже превосходят их (возможность создания многомашинных систем, работа по каналам связи и др.). К тому же в Пензенском НИИ математических машин заканчивалась разработка проекта многопроцессорной ЭВМ «Урал-25», завершавшей серию «Урал-11» — «Урал-16» (разработчики — ученики Б.И. Рамеева В.И. Бурков, А.С. Горшков, А.Н. Невский), успешно шла проработка ЭВМ «Урал-21» на интегральных схемах.



Системные возможности семейства ЭВМ «Урал 11–25» обеспечивали создание мощных многомашинных автоматизированных систем, в которых ЭВМ объединялись через каналы связи. Пензенские «Уралы» уже работали в многочисленных вычислительных центрах, на заводах, в банках, в системах военного назначения. На полупроводниковых «Уралах» были созданы многомашинные системы «Банк», «Строитель», специальные системы для обработки данных со спутников и др.

На ЭВМ семейства IBM-360, выпускаемых в те годы, такие системы построить было невозможно! Они предназначались в основном для пакетной обработки в вычислительных центрах.

Переход на интегральную элементную базу и дальнейшее развитие структуры и архитектуры «Уралов» безусловно обеспечили бы возможность создания весьма совершенной системы средств вычислительной техники. Что касается отмечавшейся недостаточности библиотеки программ, то этот недостаток по мере серийного выпуска «Уралов» и расширения круга пользователей постепенно перестал бы быть существенным.

Идея создания ЕС ЭВМ получила полную поддержку стран СЭВ. Причем все они (за исключением ГДР) высказались против копирования IBM-360. Это видно из сохранившихся у Б.И. Рамеева протоколов двухсторонних совещаний (даются в сокращении).

### *Народная Республика Болгария*

«...Так как в функциональном отношении серия машин „Ряд“ проектируется в виде, напоминающем в значительной степени серию машины IBM-360, представляет интерес вопрос об уместности использования полностью разработанного фирмой IBM

математического обеспечения. По нашему мнению, это нецелесообразно, а в известном смысле, и невозможно по следующим причинам:

1. Нельзя рассчитывать, что серии „Ряд“ и IBM-360 будут вполне идентичны, а, как известно, даже незначительные несоответствия между двумя машинами приводят к серьезным переменам в математическом обеспечении. Внесение этих перемен предполагает глубокое изучение соответствующих служебных программ, что требует много времени и затрудняется невозможностью рассчитывать на наличие полной документации для математического обеспечения серии IBM-360.

2. Основная структура математического обеспечения IBM в некоторых отношениях морально устареет к моменту окончания серии „Ряд“ и будет исключать удобное и эффективное включение современных средств математического обеспечения.

3. Математическое обеспечение фирмы IBM является широким по объему, но неудовлетворительным по качеству, что приводит к неэффективным машинным программам, которые отнимают много машинного времени». (Из письма зам. Председателя ГКНТ НРБ Б.Гыдева зам. Председателю Госплана СССР М.Раковскому от 26 августа 1968 г.). Венгерская Народная Республика

«...Венгерская сторона считает, что Единая система ЭВМ должна быть эквивалентной (по архитектуре, надежности, комплектности, программной совместимости) „Системе-4“ или IBM-360. При условии выполнения установленных сроков и обоснований, изложенных в аван-проекте, целесообразно выбрать за основу „Систему-4“.

(Протокол совещания специалистов СССР и ВНР от 16 июля 1968 г.).



#### *Германская Демократическая Республика*

„...Основой структуры Единой системы является структура системы IBM-360. На следующих совещаниях специалистов следует рассмотреть возможность использования прогрессивных частных решений системы „Сименс-4004“ и „Система-4“ с учетом сроков начала производства и возможности использования комплексов программ“.

(Протокол согласования основных технических принципов от 16 августа 1968 г.).

#### *Польская Народная Республика*



„...Специалисты ПНР высказали мнение, что за основу для разработки следовало бы взять систему более современную, чем IBM-360, например, „Систему-4“.

...Наиболее быструю разработку современной системы ЭВМ обеспечила бы покупка лицензии на систему ЭВМ „Система-4“ фирмы ICL (Англия)“.

(Протокол совещания специалистов СССР и ПНР от 12 июля 1968 г.).

### *Чехословацкая Социалистическая Республика*

„...За основу чехословацкая сторона считает целесообразным принять концепцию ряда „Спектра-70“ или же ее более современный вариант „Система-4“, „Сименс-4004“, которые новее IBM-360. Чехословацкая сторона считает, что собственные решения являются лучшей предпосылкой для выполнения сроков и проведения неизбежных изменений в вычислительной машине. Переятие математического обеспечения чехословацкая сторона считает возможным проводить на уровне основного пользовательского языка операционной системы“.

(Рабочие записи чехословацкой делегации к протоколу от 11 июля 1968 г.).

После двусторонних переговоров в августе 1968 г. был составлен многосторонний документ „Основные технические принципы создания ЕС ЭВМ“, в котором по главному вопросу разработки ЕС ЭВМ было сформулировано следующее мнение, с которым согласились все делегации, кроме ГДР:



„Структурная схема ЕС ЭВМ должна быть аналогична структурной схеме современных систем ЭВМ типа IBM-360, „Система-4“ и „Сименс-4004“. Считать возможным в процессе разработки внесение в структурную схему изменений, отражающих последние достижения в области построения систем ЭВМ или обеспечивающих патентную защиту, при условии сохранения установленных сроков выполнения работ и обеспечения принятой степени преемственности программ и технико-экономических характеристик“.

Во время дальнейших многосторонних переговоров единогласно был принят перечень непривилегированных команд ЕС ЭВМ, совпадающих с перечнем команд систем IBM-360, „Система-4“ и „Сименс-4004“. Вопрос о привилегированных командах обсуждался несколько раз, но решение не было принято. Специалисты ГДР, исходя из своей твердой позиции о необходимости точного копирования IBM-360, предлагали принять перечень привилегированных команд системы IBM-360. Остальные делегации не были согласны с этим. Специальное многостороннее

совещание, проведенное в ноябре 1968 г., посвященное выбору логической структуры ЕС ЭВМ, не пришло к согласованному решению. Решение этого вопроса было перенесено на Совет главных конструкторов.

Отечественная линия развития вычислительной техники отнюдь не отрицала широкого международного сотрудничества. Наоборот, ее сторонники С.А. Лебедев, Б.И. Рамеев, М.К. Сулим прекрасно понимали, какую выгоду сулит сотрудничество с фирмами Западной Европы, и сознательно шли им навстречу. Западноевропейские фирмы, производящие вычислительную технику, желая быть конкурентоспособными с фирмой IBM, учитывая огромный научный и производственный потенциал Советского Союза, а также неудовлетворенный спрос на ЭВМ в СССР и странах Восточной Европы, первыми сделали конкретные шаги по установлению сотрудничества с Советским Союзом в области создания и производства вычислительной техники. Инициатором выступила крупнейшая английская фирма ICL, разработавшая к этому времени семейство ЭВМ „Система-4“, не уступающее IBM-360.

Б.И. Рамеев был активным сторонником и участником переговоров. Им был подписан ряд двухсторонних протоколов с фирмой ICL о сотрудничестве. Он считал, что при тесном сотрудничестве с ICL в соответствии с уже подписанными протоколами „Система-4“ могла бы быть воспроизведена одним-двумя заводскими КБ, а основные силы НИИ и СКВ страны можно направить на создание более совершенного ряда машин на базе накопленного опыта с учетом новейших зарубежных достижений, как это предлагал ПНИИММ.

Словом, были все основания считать, что 70-е годы принесут новые большие успехи.

Как же развивались события? Почему в выборе прототипа ЕС ЭВМ победили противники Лебедева, Рамеева, Глушкова, Дородницына, Сулима — ведущих специалистов страны?

Этот вопрос не освещался в печати. Он до сих пор вызывает кривотолки. Архивные материалы и рассказы участников дискуссии (Рамеев, Сулим, Дородницын) позволили автору восстановить ход событий.

Стремление разработчиков использовать зарубежный опыт, прежде всего математическое обеспечение, было, безусловно, правильным. Естественно и то, что интерес возник к двум созданным в то время системам: IBM-360 и „Системе-4“ фирмы ICL.

Для успешного воспроизведения математического обеспечения было необходимо:  
иметь полный комплект документации по математическому обеспечению системы-прототипа, достаточный для производства, сопровождения и эксплуатации математического обеспечения;

установить контакт с фирмой для сопровождения передаваемой информации и оказания помощи в использовании этой информации;

информация по системе-прототипу должна быть достаточной для обеспечения одинаковости математического обеспечения и функционирования средств ЕС ЭВМ и системы-прототипа;

в распоряжении разработчиков математического обеспечения должны быть машины-прототипы, оснащенные полным, согласованным математическим обеспечением, которое предполагается воспроизвести.

Выбор в качестве прототипа системы IBM-360 исключал выполнение указанных выше условий. Фирма IBM не стремилась к сотрудничеству с Советским Союзом. На продажу машин в нашу страну был наложен запрет. Имевшаяся в Союзе документация по системе математического обеспечения системы IBM-360 была неполной, так как поступала не от фирмы, а от случайных лиц. Закупка моделей системы IBM-360 был возможна лишь через посредников, что создавало немалые трудности.

Совершенно иная ситуация сложилась в отношениях с английской фирмой ICL благодаря усилиям М.К. Сулима, Ю.Д. Гвишиани (заместитель ГКНТ при Совете Министров СССР.) и других сторонников сотрудничества с европейскими фирмами.

В соответствии с меморандумом от 26 апреля 1968 г., подписанным руководителем английской фирмы ICL и председателем ГКНТ при Совете Министров СССР, по инициативе фирмы были проведены переговоры по научно-техническому сотрудничеству в области математического обеспечения ЭВМ.

Фирма ICL согласилась передать советской стороне детальную информацию по математическому обеспечению „Системы-4“ и выделить специалистов для оказания помощи в использовании этой информации, имея в виду, что указанная информация будет использована при разработке, производстве и сопровождении математического обеспечения ЭВМ третьего поколения.

Протоколно была оформлена следующая договоренность:

1) фирма к 1 сентября 1969 г. передает:

а) полный комплект документов по операционной системе, включающий тексты программ (на языке пользователя и машинном языке), блок-схемы программ, комментарии и спецификации;

б) документы, описывающие организацию программирования и сопровождения математического обеспечения;

в) стандарты, определяющие совместимость программ;

г) документы, определяющие интерфейс между программными и техническими средствами;

е) документы, детально описывающие систему команд;

ж) документы, описывающие систему прерываний;

з) документы, определяющие структуру микропрограммного управления процессора и каналов, блок-схемы микропрограмм;

и) документы по детальной логической структуре „Системы-4“.

Во время переговоров, участниками которых были Сулим, Рамеев и др., представители фирмы ICL подчеркивали, что они готовы к совместной разработке средств вычислительной техники новых поколений, и во имя создания конкуренции фирме IBM силами европейских стран могут пойти на значительные затраты для развития совместных работ в Советском Союзе.

Учитывая открывающиеся возможности, Рамеев дал согласие перейти в созданный в 1967 г. в Москве в Минрадиопроеме Научно-исследовательский центр электронной вычислительной техники НИЦЭВТ в качестве заместителя генерального конструктора намечаемой ЕС ЭВМ. Ему казалось, что вопрос выбора прототипа совершенно ясен. Однако весьма сдержанное отношение к выдающимся успехам „провинциальной“ Пензенской школы и монополизм столичных организаций, в первую очередь НИЦЭВТ, сказались на последующем развитии событий.

Совет главных конструкторов ЕС ЭВМ, возглавляемый директором НИЦЭВТ Крутовских, в апреле 1969 г., несмотря на возражения стран-участниц — Болгарии, Польши, Венгрии, Чехословакии, принял решение: в техническом задании на ЕС ЭВМ предусмотреть соответствие логической структуры и системы команд ЕС ЭВМ системе IBM-360.

Мотивировкой служили начавшаяся в НИЦЭВТ работа в этом направлении и то, что основной партнер — ГДР, уже осваивала систему IBM-360 и категорически возражала против ориентации на другую систему. Главный же аргумент состоял в том, что к такому решению склонялись министр Калмыков и президент Академии наук СССР Келдыш.

Высокие руководители попали под гипноз предложения обойтись без разработки математического обеспечения.

Его сторонники утверждали, что система IBM-360 имеет наиболее богатую и распространенную во всем мире библиотеку программ, от которой фирма не сможет отказаться даже при выпуске ЭВМ четвертого поколения, и если мы скопируем машины этой серии, то сможем использовать эти программы, тем самым выиграв время и средства. (Предполагалось, что свои машины мы экспортировать в западные государства не будем!)

Дискуссия, однако, продолжалась, и в декабре 1969 г. в Минрадиопроме состоялось весьма представительное совещание.

У Рамеева, сообщившего автору приведенные выше подробности событий, сохранилась стенограмма совещания.

„Присутствуют: Калмыков, Келдыш, Горшков (председатель ВПК. — *Прим. авт.*), Савин, Кочетов (представители ЦК КПСС. — *Прим. авт.*), Раковский (зампред Госплана СССР. — *Прим. авт.*), Сулим, Лебедев, Крутовских, Горшков (заместитель министра радиопромышленности. — *Прим. авт.*), Левин, Шура-Бура, Ушаков, Арефьева, Пржиалковский, Маткин, Дородницын.

*Сулим.* О состоянии переговоров с ГДР и ICL.

Вариант IBM-360. В ГДР принята ориентация на IBM-360. Успешно разрабатывается одна из моделей (P-40). У нас есть задел, есть коллектив, способный начать работу. На освоение операционной системы IBM-360 потребуется 2200 человеко-лет и 700 разработчиков. С фирмой IBM отсутствуют всякие контакты. Возникнут трудности в приобретении машины-аналога. Ее стоимость 4–5 млн. долларов. В ГДР имеется только часть необходимой документации.

Вариант ICL. Получим всю техническую документацию, помощь в ее освоении. Придется провести небольшие переделки. Фирма предлагает закупить партию выпускаемых ею машин. Есть возможность использовать коллектив программистов для подготовки прикладных программ.

Группа наших программистов уже проходит стажировку на фирме. В перспективе совместная разработка ЭВМ четвертого поколения. Фирма старается помочь во всем, поскольку надеется в союзе с европейскими фирмами, в том числе нами, выступить конкурентом IBM. Согласие фирм Италии и Франции об участии в создании вычислительной техники четвертого поколения имеется.

*Пржиалковский.* По IBM-360 имеем систему из 6 тыс. микрокоманд, 90 % схем ТЭЗов, 70 % растрассировано, 7000 единиц конструкторской документации. При переориентировке на ICL придется переработать весь этот задел, это задержит работы

на 1–1,5 года. Понадобится много валюты (для закупки ЭВМ фирмы ICL). Вариант сотрудничества с ГДР, успешно ведущей работу по IBM-360, предпочтительнее. Если усилить коллектив математиков, то ДОС можно разработать к 1971 г. Пора прекратить колебания.

*Крутовских.* Наш проект предусматривал систему моделей IBM-360. При переориентации на фирму ICL состав моделей должен быть другим. Меняются технические характеристики. Нужно 4–5 месяцев на аван-проект. В фирме ICL нет ясности по старшим моделям. Они добавляются к ряду малых и средних ЭВМ как суперЭВМ. Этого лучше не делать. При переориентации задержатся сроки подготовки техдокументации на 1,5–2 года, а может и больше. Работая с ГДР по IBM-360, можно получить ДОС и ОС к началу серийного производства, снимается вопрос об их разработке. Немцы ушли дальше нас. Они переориентироваться не смогут. Англичанам нужен рынок. Они будут водить нас за нос. По большим машинам они сотрудничать не будут. 150 машин у них купить нельзя.

*Дородницын.* Вопрос освоения IBM-360 подается в упрощенном виде. Все значительно сложнее. На освоение ОС надо не менее четырех лет, и неизвестно, что получим. Надо самим (вместе с ICL) создавать ДОС и ОС и ориентироваться на разработки машин совместно с ICL.

*Лебедев.* Система IBM-360 — это ряд ЭВМ десятилетней давности. Создаваемый у нас ряд машин надо ограничить машинами малой и средней производительности. Архитектура IBM-360 не приспособлена для больших моделей (суперЭВМ). Англичане хотят конкурировать с американцами при переходе к ЭВМ четвертого поколения. Чем выше производительность машины, тем в ней больше структурных особенностей. Англичане закладывают автоматизацию проектирования. Система математического обеспечения для „Системы-4“ динамична, при наличии контактов ее вполне можно разработать. Это будет способствовать подготовке собственных кадров. Их лучше обучать путем разработки собственной системы (совместно с англичанами).

*Шура-Бура.* С точки зрения системы математического обеспечения американский вариант предпочтительнее. ОС требуется усовершенствовать. Для этого надо знать все программы.

*Келдыш.* Нужно купить лицензии и делать свои машины. Иначе мы будем просто повторять то, что сделали другие. В принципе, большие машины надо создавать самим.

*Лебедев.* Наши математики считают, что готовить программистов лучше по методике англичан.

*Раковский.* Нужно думать о перспективе. Нужна единая концепция. Все говорили, что система математического обеспечения IBM совершеннее, но ОС громоздка. В течение четырех-пяти лет ее нельзя полностью освоить. Трудно, но сегодня нужно принять решение. Если ориентироваться на ICL, то будет трудно с ГДР; за пять лет немцы выпустят 200 экземпляров Р-40. И все-таки следует принять предложение ICL.

*Крутовских.* Все разработчики, кроме Рамеева, не хотят переориентироваться на фирму ICL. Р-50 будет готова в 1971 г.

*Калмыков.* Наличие ДОС сразу дает возможность использовать машины, которые мы начнем выпускать. Много программ можем получить у немцев. Отрицательные моменты. Мы не имеем машин IBM-360. И не будем иметь контактов с фирмой IBM. Если переориентироваться на фирму ICL, то потеряем время. Но с ними возможны прямой контакт и сотрудничество при создании ЭВМ четвертого поколения. Это

большое преимущество. Четвертое поколение ЭВМ они будут делать без американцев, хотя бы конкурентоспособными по отношению к ИВМ.

*Келдыш.* Не следует переориентироваться на ICL, но переговоры с ними по четвертому поколению ЭВМ нужно вести.

*Калмыков.* Переориентироваться на ICL не будем. Перед немцами поставим вопрос о том, чтобы больше помогали“.

Из состоявшегося обсуждения видно, что против копирования системы ИВМ-360 были Лебедев, Дородницын, Раковский, Сулим, Маткин; Келдыш говорил: „Нужно купить лицензию и делать свои машины, иначе мы повторим то, что сделали другие“. И Калмыков колебался — перечислил преимущества ориентации на ICL.

Основными активными сторонниками копирования были генеральный конструктор ЕС ЭВМ Крутовских, его первый заместитель Левин, Шура-Бура, Пржиалковский. Если бы на совещании у Калмыкова 18 декабря 1969 года, где принималось окончательное решение, генеральный конструктор высказался против копирования, вычислительная техника в СССР пошла бы по другому пути.

Через несколько месяцев коллегия Минрадиопрома окончательно решила вопрос в пользу системы ИВМ-360.

М.К. Сулим прямо на заседании коллегии подал заявление об уходе с поста заместителя министра. Это был отчаянный жест протеста человека, сделавшего все возможное и невозможное для налаживания связей с фирмой ICL, хорошо понимавшего отрицательные последствия ориентации на систему ИВМ-360.

Б.И. Рамеев подал заявление министру об освобождении его от должности заместителя генерального конструктора ЕС ЭВМ.

О безуспешной попытке С.А. Лебедева изменить принятое решение уже говорилось. Отказ усугубил его болезнь, ускорил трагическую развязку.

Научно обоснованное решение важной проблемы — какой должна быть ЕС ЭВМ — было подменено административным приказом; о копировании системы ИВМ-360. Руководство Минрадиопрома, АН СССР» дирекция НИЦЭВТ не посчитались с мнением ведущих ученых Советского Союза и стран СЭВ.

Негативные, а скорее — трагические для отечественного математического машиностроения последствия принятого решения, исполнение которого потребовало огромных трудовых и материальных затрат, подтвердилось исследованием, проведенным в 1991 г. Б.И. Рамеевым в его бытность в ГКНТ при СМ СССР.

Исследование технического уровня созданного парка ЕС ЭВМ проводилось накануне распада СССР, и были использованы статистические данные (на 1.01.89 г.) Госкомстата ЭВМ по СССР в целом. Поэтому полученные конкретные результаты не относятся ни к одной стране, прежде входившей в СССР, но в то же время являются сигналом каждой из них о том, какие огромные потери терпит общество из-за низкого технического уровня доставшейся ей части парка ЕС ЭВМ.

| Модель                              | Год начала производства | Кол-во в парке на 1.01.89 в шт.                | Доля в парке в %              | Аналог (прототип) | Год начала производства |
|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------|-------------------------|
| ЕС-1066, 1068                       | 1984                    | 43   | 0,3                           | IBM-3033          | 1980                    |
| ЕС-1061                             | 1980                    | 400  | 2,9                           | IBM-370/158       | 1973                    |
| ЕС- 1060                            | 1977                    | 237  | 1,7                           | IBM-370/158       | 1973                    |
| ЕС- 1055                            | 1978                    | 456  | 3,3                           | IBM-370/155       | 1971                    |
| ЕС- 1046                            | 1984                    | 375  | 2,8                           | IBM-3031          | 1978                    |
| ЕС- 1045                            | 1979                    | 1069   | 7,9                           | IBM-3031          | 1978                    |
| ЕС- 1036                            | 1983                    | 933  | 6,9                           | IBM-370/148       | 1977                    |
| ЕС- 1035                            | 1977                    | 1872   | 13,8                          | IBM-370/138       | 1976                    |
| ЕС- 1033                            | 1975                    | 1405   | 10,3                          | IBM-370/145       | 1971                    |
| ЕС- 1022                            | 1974                    | 3396   | 24,9                          | IBM-360/50        | 1965                    |
| Различные ЭВМ выпуска 1965-1970 гг. |                         | 1653   | 12                            |                   |                         |
| Другие ЭВМ (импортные)              | 1971-1978               | 1774 (от единиц до десятков шт. каждая модель) | 13,2 (менее 1% каждая модель) |                   |                         |
|                                     | Итого                   | 13613  | 100                           |                   |                         |

За обобщенный показатель технического уровня, учитывающий технологию, технические, экономические и эксплуатационные характеристики ЭВМ, принимается дата первой поставки на рынок ЭВМ с характеристиками, соответствующими или выше характеристик аналогов, занимающих или занимавших лидирующее положение на мировом рынке. «Количественное» определение технического уровня изделия годом начала выпуска вполне оправдано, так как технический уровень зависит от достижений научно-технического прогресса ко времени создания изделия. По данным Госкомитета СССР по последней переписи на 1.01.89 г. парк ЭВМ на базе процессоров общего назначения составлял 13613 шт. В таблице 2 приведен перечень ЭВМ, год начала производства, их доля от общего количества в парке и их аналоги (прототипы).

Таблица 2

| Модель                              | Год начала производства | Кол-во в парке на 1.01.89 в шт.                | Доля в парке в %              | Аналог (прототип) | Год начала производства |
|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------|-------------------------|
| ЕС-1066, 1068                       | 1984                    | 43   | 0,3                           | IBM-3033          | 1980                    |
| ЕС-1061                             | 1980                    | 400  | 2,9                           | IBM-370/158       | 1973                    |
| ЕС- 1060                            | 1977                    | 237  | 1,7                           | IBM-370/158       | 1973                    |
| ЕС- 1055                            | 1978                    | 456  | 3,3                           | IBM-370/155       | 1971                    |
| ЕС- 1046                            | 1984                    | 375  | 2,8                           | IBM-3031          | 1978                    |
| ЕС- 1045                            | 1979                    | 1069   | 7,9                           | IBM-3031          | 1978                    |
| ЕС- 1036                            | 1983                    | 933  | 6,9                           | IBM-370/148       | 1977                    |
| ЕС- 1035                            | 1977                    | 1872   | 13,8                          | IBM-370/138       | 1976                    |
| ЕС- 1033                            | 1975                    | 1405   | 10,3                          | IBM-370/145       | 1971                    |
| ЕС- 1022                            | 1974                    | 3396   | 24,9                          | IBM-360/50        | 1965                    |
| Различные ЭВМ выпуска 1965-1970 гг. |                         | 1653   | 12                            |                   |                         |
| Другие ЭВМ (импортные)              | 1971-1978               | 1774 (от единиц до десятков шт. каждая модель) | 13,2 (менее 1% каждая модель) |                   |                         |
|                                     | Итого                   | 13613  | 100                           |                   |                         |

Как видно из таблицы, парк ЭВМ общего назначения состоит из: 24,9 % ЭВМ технического уровня 1965 г. (ЕС-1022);

12 % различных ЭВМ выпуска 1965–1970 годов;  
13,6 % ЭВМ технического уровня 1971 г. (ЕС-1033, ЕС-1055);  
36 % ЭВМ технического уровня 1973–1978 годов (ЕС-1035, ЕС-1036, ЕС-1045, ЕС-1046, ЕС-1060, ЕС-1061);

13,5 % другие ЭВМ технического уровня 1971–1980 гг. (23 разные модели ЕС ЭВМ, АРМы на базе ЕС ЭВМ, импортные ЭВМ).

Выбор зарубежных аналогов производился по номинальной производительности без учета дополнительных параметров, характеризующих технический уровень. Если учесть такие параметры, как технический уровень элементной базы, емкости запоминающих устройств, состав периферийных устройств, материалоемкость (габариты), энергопотребление и надежность ЭВМ, находящихся в эксплуатации, то их технический уровень следует изменить на несколько лет назад. И следует считать технический уровень, например, не «Х-летней давности», а «более Х-летней давности».

Таким образом, структура парка ЭВМ на базе процессоров общего назначения по техническому уровню характеризуется так: 50 % парка состоит из ЭВМ, которые по техническому уровню отстают на 20–25 лет; 49 % — более чем на 10–15 лет.

Технический уровень парка, выраженный в годах, как будто ни о чем не говорит, но за этим скрывается огромная разница в технико-экономических показателях и эффективности машин парка.

По мере развития научно-технического прогресса, совершенствования технологии и появления новых технических решений в условиях конкуренции постоянно происходит улучшение показателя «характеристика/стоимость» средств вычислительной техники и информатики, отражающего высшие достигнутые к этому времени технические, технологические, эксплуатационные и экономические характеристики.

По зарубежным источникам, за 15 лет обобщенный технико-экономический показатель отношения «характеристика/стоимость» ЭВМ увеличился в 1000 раз, а надежность — более чем в 15 раз.

На эксплуатацию устаревших средств вычислительной техники и информатики тратятся кадровые, финансовые и материальные ресурсы, не адекватные тому технико-экономическому эффекту, которое они дают. Так, убытки только из-за простоев по техническим причинам (низкой надежности) вычислительных систем и ЭВМ в парке страны составили в 1989 г. порядка 500 млн. рублей.

Таковы экономические и технические последствия для страны волевого решения о копировании IBM-360.

«Советизирование» системы IBM-360 стало первым шагом на пути сдачи позиций, завоеванных отечественным математическим машиностроением в первые два десятилетия его развития. Следующим шагом, приведшим к еще большему отставанию, стало бездумное копирование вновь организованным Министерством электронной промышленности последующих американских разработок в области микропроцессорной техники.

Естественным завершающим этапом стала в последние годы закупка в огромных размерах зарубежной вычислительной техники и оттеснение далеко на задний план собственных исследований и разработок и компьютерного машиностроения в целом.

Через полтора года после принятия решения о копировании IBM-360 Рамеев перешел на работу в Главное управление вычислительной техники и систем управления



ГКНТ при СМ СССР.

Министр Калмыков, получив заявление Рамеева, об освобождении от должности заместителя Генерального конструктора ЕС ЭВМ, не стал разбираться в причинах, заставивших выдающегося конструктора ЭВМ, основателя Пензенской научной школы, обеспечившей разработку (и промышленный выпуск!) основной части парка ЭВМ 60-х годов, написать такое заявление. Рамеева назначили... заведующим одной из многочисленных лабораторий НИЦЭВТ.

Как часто бывает, в его судьбу вмешался случай. Еще в Пензе Рамеев познакомился с М.М. Ботвинником. После переезда Рамеева в Москву их дружба окрепла. Зная ситуацию, сложившуюся у своего доброго товарища, Ботвинник, встретившись как-то с руководителем ГКНТ при СМ СССР Жимериным, на его вопрос — не сможет ли он посоветовать кого-либо на должность начальника главного управления вычислительной техники, назвал Рамеева. К удивлению и досаде Жимерина Рамеев не был членом партии, а следовательно, мог занять только должность заместителя.

Будучи высококвалифицированным специалистом, он и здесь принес немало пользы: провел большую работу по обеспечению научно-технических программ для создания технических и программных средств ЭВМ, средств репрографии и систем автоматизации научных исследований и проектно-конструкторских работ, по организации Государственного фонда алгоритмов и программ, возглавлял научно-технические комиссии, организуемые ГКНТ для подготовки предложений по созданию и развитию технических и программных средств вычислительной техники и систем автоматизации научных исследований и САПР, принимал непосредственное участие в организации сотрудничества соцстран в области вычислительной техники. Однако кабинетная деятельность не была и не стала его призванием.

Административно-командная система не сумела в полной мере использовать огромный творческий потенциал выдающегося ученого, как и многих других, чем нанесла труднопоправимый ущерб научно-техническому прогрессу и обществу в целом.

До последнего времени Б.И. Рамеев жил в Москве, на книжных полках его квартиры хранились очень дорогие ему отчеты, проекты, фотографии. Это — музей «Уралов» в миниатюре.

Постепенно этот домашний музей перемещается в стены Политехнического музея в Москве. (Создается фонд Рамеева.)

Автор выражает Б.И. Рамееву глубочайшую благодарность за многие встречи и предоставление уникальных документов становления и развития отечественной вычислительной техники позволившие рассказать об одном из активных творцов ее непростой истории.

...Книга была уже в издательстве, когда пришла скорбная весть о кончине Башира Искандаровича (16 мая 1994 г). Ушел из жизни последний из замечательной плеяды основоположников вычислительной техники в СССР.

## Творец троичной ЭВМ

21 июня 1941 г., накануне дня начала Великой Отечественной войны восьмиклассник Коля Брусенцов был в Днепропетровске, участвовал в олимпиаде молодых музыкантов — дирижировал хором, исполнявшим его песню о дзержинцах. Все прошло замечательно.

А утром 22-го его и остальных, приехавших из Днепродзержинска, срочно отправили домой. Уже дома услышал по радио выступление Молотова. Запомнились слова «Победа будет за нами» и Богатырская симфония Бородина, зазвучавшая вслед за ними.

Так закончилось детство Николая.

Он родился 7 февраля 1925 г. на Украине в городе Каменское (теперь Днепродзержинск). Отец, Петр Николаевич Брусенцов — сын рабочего железнодорожника, окончил рабфак, а в 1930 году — Днепропетровский химический институт. Участвовал в строительстве Днепродзержинского коксохимического завода. Умер в 1939 году в возрасте 37 лет.

Мать, Мария Дмитриевна (урожденная Чистякова), заведовала детским садом при заводе, где работал муж. Молодая женщина стойко вынесла тяжелый удар. Надо было позаботиться о троих детях. Николай был старшим из братьев. Младшему шел всего второй год. Не успели оправиться, как началась война. Начались бомбежки. Рядом с домом вырыли щели и прятались в них при налетах. Детский сад, где работала мать, вместе с Днепродзержинским коксохимическим заводом эвакуировали в Оренбургскую область. Урал встретил сорокаградусными морозами. Эвакуированные жили вначале в палатках, потом соорудили саманные бараки. Строили Орско-Халиловский металлургический комбинат. Николай работал учеником столяра. Весной 42-го года во время разлива реки Урал саманный барак, в котором жила семья Брусенцовых, оказался под водой, и они лишились остатков имущества.

И все-таки он не бросил учебу. Зимой посещал девятый класс вечерней школы в г. Новотроицке, а летом поехал в Екатеринбург (тогда Свердловск) и поступил в находившуюся там в эвакуации Киевскую консерваторию на факультет народных инструментов.

Через полгода — в феврале 1943 г., когда исполнилось 18 лет, его призвали в армию и послали на курсы радистов в том же Свердловске, а еще через полгода направили в 154-ю стрелковую дивизию, где он стал радистом в отделении разведки 2-го дивизиона 571-го артиллерийского полка. Дивизия находилась на переформировании под Тулой. Через две недели ее направили под Невель, где наши части находились в полуокружении. Ему запомнились слова немецкой листовки: «Вы в кольце, и мы в кольце, посмотрим, что будет в конце». До декабря 1943 г. дивизия занимала оборону, а потом вместе с остальными частями перешла в наступление и вышла к Витебску. Дивизион, в котором служил Николай, участвовал в неудачном наступлении на город. На болотистой местности гаубицы дивизиона при стрельбе погружались в болотную жижу, и стрельба становилась невозможной. Прекратился подвоз продуктов. Есть было нечего. Ноги Николая от холодной болотной воды распухли и покрылись волдырями. В одном из боев ему под ноги упала мина, но, к счастью, не разорвалась.

По семейному преданию, мама меня родила «в рубашке», — сказал Николай Петрович, рассказывая об этом. Потом было легче — успешные наступательные бои в Белоруссии, в Прибалтике, Восточной Пруссии. Молодого солдата — вчерашнего школьника наградили медалью «За отвагу» и орденом Красной Звезды. Из тех 25 восемнадцатилетних ребят, что в августе 1943 г. пополнили дивизию, к тому времени осталось пятеро... Здесь, за Кенигсбергом, Брусенцов встретил запомнившийся на всю жизнь день Победы.

После демобилизации он вернулся в Днепродзержинск и устроился на завод, где раньше работал отец. В 1946 г., когда его отца перевели в Калинин, он вместе со своей семьей переехал в этот город. Начал учиться в музыкальной школе и школе рабочей молодежи одновременно. В 1948 г. окончил десятый класс, получив аттестат отличника, и по совету товарища-москвича подал заявление на радиотехнический факультет Московского энергетического института. На вопрос, почему решил вместо музыки заняться радиотехникой, а потом вычислительной техникой, он ответил: «Я не мечтал стать ни композитором, ни творцом вычислительных машин, ни кем-либо еще. Странно, но мне никогда не приходило в голову делать что-либо ради успеха или выгоды. Пожалуй, главным, если не единственным, что двигало мной, было стремление сделать то, за что взялся, как можно совершеннее. Когда это удавалось, я испытывал (и испытываю) удовлетворение, а иногда и радость. У меня не было музыкальных способностей. Помню, как в Свердловске профессор продемонстрировал мне 6-летнего мальчика, безошибочно называвшего ноты, „извлекаемые“ из рояля. Я не умел — не было абсолютного слуха. Страстного стремления стать музыкантом, похоже, тоже не было: когда ходил в 1-й или 2-й класс школы, родители затеяли обучить меня игре на фортепьяно, но ничего не вышло, а от скрипки я отказался, не пробуя. Правда, попросил приобрести пионерский горн, самостоятельно освоил этот инструмент и стал неплохим горнистом. Охота к музыке появилась только в 5-м классе, играл на балалайке и домре в школьном оркестре. Подтолкнули к этому украинские песни („Посіяла огірочки“, „Їхали козаки“, „І шумить, і гуде“, музыка Глинки, которую и теперь боготворю, как и песни) и наш школьный музыкальный учитель П.П. Шпитяк, который не завлекал, а лишь показывал, как надо делать. Так что никакой мечты не было: понравилась песня — подобрал и играю, попробовал свою сочинить — тоже получилось и другим понравилась — поют. В Днепропетровске песня о дзержинцах исполнялась хором в сопровождении оркестра народных инструментов, — всего нас приехало около ста человек, собранных из нескольких школ. Помню лишь, что в общежитии после концерта мы долго не могли уснуть, швыряя друг в друга подушками».

Набор студентов в институт уже закончился, но он добился своего. Медкомиссию при приеме каким-то образом обошел, зная, что у него начался туберкулез. Но на первом курсе это открылось, и его хотели исключить из института. Послали в районную поликлинику для заключения о возможности продолжать учебу. Повезло на врача. Узнав в чем дело, доктор сказал: «Мой сын лишился одного легкого и прекрасно учится. Значит и вам это не противопоказано!».

Первый год учебы он не столько учился, сколько спал, пытаясь сном и лекарствами победить начавшуюся болезнь, и ему это удалось! Когда здоровье поправилось, он не только наверстал упущенное, но и стал одним из самых успевающих студентов. Вместе с ним учился М.А. Карцеа В общежитии их комнаты были рядом. Карцев занимался

самозабвенно, не считаясь со здоровьем, за год кончил два курса института, но к концу учебы нажил туберкулез, которым заболели в то время многие из студентов МЭИ.

Радиотехника очень увлекла Брусенцова. В ней было что-то от музыки — стройность теоретических выводов, возможность проектировать радиосхемы с нужными свойствами. Только палочку дирижера заменяли карандаш или ручка, которыми записывались формулы или делались расчеты.

Но главным было стремление овладеть ею, чтобы понять, как можно улучшить то громоздкое и тяжелое радиооборудование, с которым так Нелегко приходилось работать на войне. Радиотехнический факультет предоставлял для этого реальную возможность. «Не только я, но и Карцев, Матюхин, Легезо, Александриды обязаны своими успехами нашим превосходным учителям, в особенности таким как физик Ю.М. Кушнир, радиотехники В.А. Котельников, С.И. Евтянов, Н.С. Свистов, радиолокаторщик Ю.Б. Кобзарев, антенщики А.Н. Казанцев, Г.З. Айзенберг, а также Б.В. Пестряков — конструктор навигационной самолетной аппаратуры и той радиостанции, которая была моим оружием на войне, — писал мне Брусенцов. — Говорили, кому Б.В. поставит „4“, тот конструктором будет, а я могу похвалиться, что получил у него „5“».

Учась на последнем курсе и готовя дипломный проект, Брусенцов столкнулся с необходимостью расчета сложных таблиц, освоил численные методы вычислений и составил таблицы дифракции на эллиптическом цилиндре (известны как таблицы Брусенцова). Так закладывался фундамент для его последующей работы в области вычислительной техники.

В 1953 г. после окончания института Н.П. Брусенцова направили на работу в СКВ при Московском университете, пообещав помощь в получении жилья. СКВ только становилось на ноги. Разработки носили случайный характер. Вначале Брусенцову поручили разработать ламповый усилитель нового типа. С задачей он справился, но удовлетворения от этой работы не получил, а в перспективе ничего интересного не было.



«Поплакался» Карцеву, работавшему в лаборатории И.С. Брука. Тот пригласил посмотреть уже работавшую ЭВМ М-2. Машина буквально покорила Брусенцова, впервые увидевшего новое и столь многообещающее техническое средство. На его счастье, ЭВМ М-2 заинтересовался С.Л. Соболев. Он договорился о передаче машины университету. Брусенцова направили в лабораторию Брука осваивать М-2, чем он и занялся с огромным желанием. Но случилось непредвиденное. На выборах в Академию

наук СССР Соболев проголосовал за кандидатуру С.А. Лебедева (в академики), а не И.С. Брука. Исаак Семенович обиделся и отменил передачу М-2 университету.

По словам Брусенцова, С.Л. Соболев, узнав об этом, сказал: «Может, это к лучшему. Надо при создаваемом ВЦ МГУ организовать проблемную лабораторию по разработке ЭВМ для использования в учебных заведениях». И добился перевода Брусенцова на механико-математический факультет.

Вспоминая свое первое знакомство с Соболевым, Н.П. Брусенцов говорил мне «Когда я вошел в кабинет Сергея Львовича, то меня словно озарило солнечным светом при взгляде на его открытое, доброе лицо. Мы сразу нашли взаимопонимание, и я благодарен судьбе, что она свела меня с этим изумительным человеком, блестящим математиком, широко эрудированным ученым, одним из первых понявших значение ЭВМ».

Соболев загорелся идеей создания малой ЭВМ, пригодной по стоимости, размерам, надежности для институтских лабораторий. Организовал семинар, в котором участвовали М.Р. Шура-Бура, К.А. Семендяев, Е.А. Жоголев и, конечно, сам Сергей Львович. Разбирали недостатки существующих машин, прикидывали систему команд и структуру (то, что теперь называют архитектурой), рассматривали варианты технической реализации, склоняясь к магнитным элементам, поскольку транзисторов еще не было, лампы сходу исключили, а сердечники и диоды можно было достать и все сделать самим. На одном из семинаров (23 апреля 1956 г.) с участием Соболева задача создания малой ЭВМ была поставлена, сформулированы основные технические требования. Руководителем и вначале единственным исполнителем разработки новой ЭВМ был назначен Брусенцов. Заметим, что речь шла о машине с двоичной системой счисления на магнитных элементах.

Соболев договорился с Л.И. Гутенмахером, в лаборатории которого в ИТМ и ВТ АН СССР к этому времени была создана двоичная ЭВМ на магнитных элементах, о стажировке Брусенцова в его лаборатории.

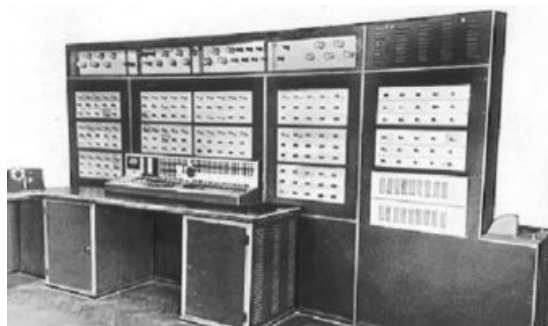
Авторитет Соболева «открыл двери» закрытой для всех лаборатории. «Мне показали машину и дали почитать отчеты, которые в электротехническом отношении, на мой взгляд, оказались весьма слабыми, — вспоминает Н.П. Брусенцов. — Например, одна из главных проблем — подавление „возврата информации“ в феррит-диодных регистрах, как нетрудно было подсчитать, вообще была надуманной; практически не использовались пороговые возможности элементов. Но главное, что мне бросилось в глаза, — каждый второй ферритовый сердечник не работал, а использовался для „компенсации помех“, которая в том исполнении принципиально не могла быть достигнута ни при каком подборе характеристик сердечников, чем только и занимались, выбрасывая в брак до 90 % тороидов. Разобравшись в этих заблуждениях, я легко нашел схему, в которой работают все сердечники, но не одновременно, что и требовалось для реализации троичного кода. О достоинствах этого кода я, конечно, знал из книг, в которых ему уделяли тогда значительное внимание. Впоследствии я узнал, что небезызвестный американский ученый Грош („закон Гроша“) интересовался троичной системой представления чисел, но до создания троичной ЭВМ в Америке дело не дошло».

Именно тогда у него возникла мысль использовать троичную систему счисления. Она позволяла создать очень простые и надежные элементы, уменьшала их число в машине в семь раз по сравнению с элементами, используемыми Л.И. Гутенмахером.

Существенно сокращались требования к мощности источника питания, к отбраковке сердечников и диодов, и, главное, появилась возможность использовать натуральное кодирование чисел вместо применения прямого, обратного и дополнительного кода чисел (см. Приложение 15).

После стажировки он разработал и собрал схему троичного сумматора, который сразу же и надежно заработал. С.Л. Соболев, узнав о его намерении создать ЭВМ с использованием троичной системы счисления, горячо поддержал замысел и позаботился о том, чтобы помочь молодыми специалистами. Изобрести сумматоры, счетчики и прочие типовые узлы не составило особого труда для Брусенцова: «Летом 1957 г. на пляже в Новом Афоне все детали были прорисованы в тетрадке, которую я захватил с собой, — вспоминает он. — Следующим летом мы с Карцевым плавали до Астрахани на теплоходе, но рисовать мне было уже нечего».

В 1958 г. сотрудники лаборатории (к этому времени их набралось почти 20 человек) своими руками изготовили первый образец машины.



Какова же была их радость, когда всего на десятый день комплексной наладки ЭВМ заработала! Такого в практике наладчиков разрабатываемых в те годы машин еще не было! Машину назвали «Сетунь» — по имени речки неподалеку от Московского университета.

Характеризуя роль участников создания «Сетуни», Н.П. Брусенцов писал: «Инициатором и вдохновителем всего был, конечно, Соболев. Он же служил примером того, как надо относиться к людям и к делу, непременно участвуя в работе семинара, причем в качестве равноправного члена, не более. В дискуссиях он не был ни академиком, ни Героем соцтруда, но только пронизательным, смелым и фундаментально образованным человеком. Всегда добивался ясного понимания проблемы и систематического, надежно обоснованного решения. „Кустарщина“ — было одним из наиболее ругательных его слов. К сожалению, золотой век участия Соболева в нашей работе закончился в начале 60-х годов с его переездом в Новосибирск. Все дальнейшее стало непрерывной войной с ближним и прочим окружением за право заниматься делом, в которое веришь».

Е.А. Жоголев был нашим „главным программистом“, а по существу, именно вдвоем с ним мы разрабатывали то, что впоследствии стало называться архитектурой машины. Он знал, чего хотел бы от машины программист, а я прикидывал, во что это обойдется, и предлагал альтернативные варианты. Когда же приняли троичную систему, то архитектурные проблемы радикально упростились, — важно было только

не намудрить, но наш семинар с Соболевым, Семендяевым и Шурай-Бурой разносил мудрствования в пух и прах.

Достоинства Жоголева намного превосходили его слабости. Он был подлинным генератором оригинальных идей и настойчиво продвигал их в практику. Достаточно указать такую его идею, как программирование на основе польской инверсной записи (ПОЛИЗ), благодаря которой „Сетунь“ в весьма сжатые сроки и при минимальных программистских ресурсах (в группе Жоголева одновременно работало 5–7 человек) была оснащена вполне удовлетворительной по тем временам, добротной и, прямо скажем, блестящей системой программирования и набором типовых программ, таких как всевозможная обработка экспериментальных данных, линейная алгебра, численное интегрирование и то, что было важнейшим условием быстрого и продуктивного освоения машины пользователями. К сожалению, работа эта так и не была вознаграждена. Сам Жоголев, правда, получил серебряную медаль ВДНХ, но — как разработчик машины.

Как собирали первый экземпляр „Сетуни“? Во-первых, троичная машина оказалась намного регулярней и гармоничней, чем двоичные, поэтому проектирование ее не было мучительным и в проекте практически не было ошибок. На последнем этапе исправления потребовала только схема нормализации, а все прочее пошло сходу. Во-вторых, логические пороговые элементы были в такой степени отработаны и исследованы на физическом уровне, что дальнейшее построение из них устройств производилось по четко установленным правилам, не затрагивая более вопросов технической реализации. В-третьих, требования к существенным характеристикам всех деталей, элементов, узлов и блоков были четко определены и строго контролировались на соответствующих этапах изготовления при помощи специально разработанных для этого стендов, сравнительно простых, но проверяющих именно те параметры, от которых зависела правильность и надежность функционирования. Все это вместе создало условия, в которых ошибки своевременно устранялись на самых ранних стадиях, а необходимость переделок была сведена к минимуму. Работа была проделана в короткие сроки и необыкновенно малыми силами. Осенью 1956 г., когда возникла идея троичного кода, в лаборатории было, кроме меня самого, два выпускника физфака МГУ (С.П. Маслов и В.В. Веригин), два выпускника факультета ЭВПФ МЭИ (В.С. Березин и Б.Я. Фельдман) и 5 техников или лаборантов, в большинстве подготовленных мной из учившихся до того специальностям электрика или механика. К концу 1958 г., когда машина стала функционировать, число сотрудников лаборатории приближалось к 20. Механические работы по изготовлению блоков, стоек, а также плат, на которых монтировались элементы, выполнялись по нашим эскизам в мастерской ВЦ и отчасти в мастерских физического факультета. Кроме того, первый вариант ЗУ на магнитном барабане был разработан по нашим спецификациям отделом Л.С. Легезо, работавшим в тесном контакте с нами. Впоследствии это устройство с несерийным барабаном на базе гироскопа с ламповой электроникой было заменено магнитно-полупроводниковым блоком с барабаном от машины „Урал“.

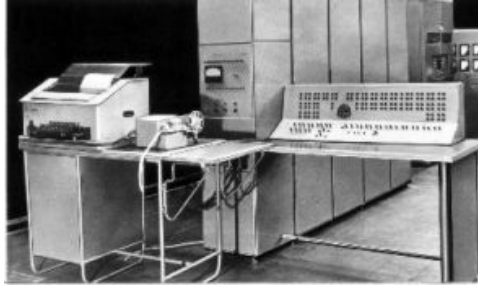
Производственный процесс был организован так. Все мы работали в одной комнате площадью около 60 кв. м, уставленной лабораторными столами, на которых находились полученные по протекции Соболева списанные осциллографы ИО-3 и источники питания УИП-1. Все прочее проектировали и строили сами — стенды для исследования и сортировки ферритов, диодов, проверки ячеек, блоков. Рабочий день

начинался „зарядкой“: каждый сотрудник лаборатории, не исключая заведующего, получал пять ферритовых сердечников диаметром три миллиметра, предварительно проверенных на стенде, и при помощи обычной иголки наматывал на каждый пятьдесят два витка обмотки. Затем эти сердечники использовались лаборантами и техниками, которые наматывали на них обмотку питания и управляющие обмотки с меньшим числом витков (5 и 12 соответственно), монтировали ячейку на плате, припаивали диоды, проверяли кондиционность параметров, проставляли маркировку и личное клеймо контролера. Затем ячейки устанавливались в блоках (до 15 штук), и производился монтаж сигнальных и питающих проводов по монтажной схеме. Далее на стенде проверялась выполняемая блочком логическая функция (сумматор, дешифратор, распределитель управляющих импульсов того или иного типа...). Блочки устанавливались в блок, и проверялись функции, выполняемые блоком. Наконец, блоки устанавливались в стойку, выполнялся и проверялся межблочный монтаж жгутов. После этого, как правило, все работало, а если что-то не так, то обнаружить и исправить было сравнительно легко.

Внутри лаборатории функции распределялись так. Запоминающими устройствами занимались С.П. Маслов и В.В. Веригин, к которым позднее подключилась поступившая к нам Н.С. Карцева (жена М.А. Карцева, окончившая вместе с ним наш РТФ МЭИ); управлением внешних устройств занималась А.М. Тишулина, выпускница ЭВПФ МЭИ. выполнившая в нашей лаборатории дипломную работу по созданию устройства быстрого умножения. Дипломники из МЭИ, МВТУ, МИФИ, МИЭМ, Лесотехнического института и др. работали в лаборатории регулярно и немало делали, надеюсь, не без пользы для себя. В.П. Розин, окончивший физфак МГУ по ядерной физике, достался нам в качестве лаборанта, которому не находилось применения, однако он явился для меня надежной опорой в ответственнейшем деле бездефектного изготовления элементов, включая отбраковку ферритовых сердечников и диодов».

Постановлением Совмина СССР серийное производство ЭВМ «Сетунь» было поручено Казанскому заводу математических машин. Первый образец машины демонстрировался на ВДНХ. Второй пришлось сдавать на заводе, потому что заводские начальники при помощи присланной из Минрадиопрома комиссии пытались доказать, что машина (принятая Межведомственной комиссией и успешно работающая на ВДНХ) неработоспособна и не годится для производства. «Пришлось собственными руками привести заводской (второй) образец в соответствие с нашей документацией, — вспоминает Брусенцов, — и на испытаниях он показал 98 % полезного времени при единственном отказе (пробился диод на телетайпе), а также солидный запас по сравнению с ТУ по климатике и вариациях напряжения сети. 30.11.61 г. директор завода вынужден был подписать акт, положивший конец его стараниям похоронить неудобную машину».





Желания наладить крупносерийное производство у завода не было, выпускали по 15–20 машин в год. Вскоре и от этого отказались: «Сетунь» поставляли за 27,5 тыс. руб., так что смысла отстаивать ее не было — слишком дешева. Тот факт, что машины надежно и продуктивно работали во всех климатических зонах от Калининграда до Магадана и от Одессы и Ашхабада до Новосибирска и Якутска, причем, без какого-либо сервиса и, по существу, без запасных частей, говорит сам за себя. Казанский завод выпустил 50 ЭВМ «Сетунь», 30 из них работали в высших учебных заведениях СССР.

К машине проявили значительный интерес за рубежом. Внешторг получил заявки из ряда стран Европы, не говоря уж о соцстранах. Но ни одна из них не была реализована.

В 1961–1968 гг. на основе опыта «Сетуни» Брусенцов вместе с Жоголевым разработали архитектуру новой машины, названной затем «Сетунь-70». Алгоритм ее функционирования был с исчерпывающей полнотой записан на несколько расширенном «Алголе-60» (за рубежом подобное делали затем на специально изобретаемых языках описания архитектуры, например, на ISP). Это описание заведующий ВЦ МГУ И.С. Березин утвердил в 1968 г. в качестве ТЗ на машину. Оно задавало инженерам предписание того, какую машину надлежит сделать, а программисты имели точное до битов описание, позволявшее заблаговременно создавать для нее программное оснащение, готовить эмуляторы ее архитектуры на имевшихся машинах и т. д. Было намечено, что к 1970 г. лаборатория Брусенцова создаст действующий образец, а отдел Жоголева — систему программного обеспечения. «Сроки были в обрез, но в апреле 1970 г. образец уже действовал, — писал Н.П. Брусенцов. — Работал он на тестах, которые мне пришлось написать самому, потому что Жоголев не сделал по своей части буквально ничего. Он увлекся другой работой в сотрудничестве с Дубной. Машину мы все же „оседлали“, помог программист из команды Жоголева — Рамиль Альварес Хосе, а еще через год, „слегка“ модернизировав „Сетунь-70“, сделали ее машиной структурированного программирования. (Об этом подробно см. статью Н.П. Брусенцова и др. в сборнике „Вычислительная техника и вопросы кибернетики“ вып. 15. МГУ, 1978; там же — о преимуществах троичности. — *Прим. авт.*)

Машина задумана так, что обеспечивалась эффективная возможность ее программного развития. Теперь это называют RISC-архитектурой. Троичность в ней играет ключевую роль. Команд в традиционном понимании нет — они виртуально складываются из слогов (слоги-адреса, слог-операции, длина слога — 6 тритов, иначе; трайт — троичный аналог байта). Длина и адресность команд варьируются по необходимости, начиная с нулядресной. На самом деле программист не думает о командах, а пишет в постфиксной форме (ПОЛИЗ) выражения, задающие вычисления

над стеком операндов. Для процессора эти алгебраические выражения являются готовой программой, но алгебра дополнена операциями тестирования, управления, ввода-вывода. Пользователь может пополнять набор слогов своими операциями и вводить (определять) постфиксные процедуры, использование которых практически не снижает быстродействия, но обеспечивает идеальные условия для структурированного программирования — то, чего не обеспечил Э. Дейкстра, провозглашая великую идею. Результат — трудоемкость программ уменьшилась в 5–10 раз при небывалой надежности, понятности, модифицируемости и т. п., а также компактности и скорости. Это действительно совершенная архитектура и к ней все равно придут».

К сожалению, лаборатория Н.П. Брусенцова после создания машины «Сетунь-70» была лишена возможности, а точнее — права заниматься разработкой компьютеров и выселена из помещений ВЦ МГУ на чердак студенческого общежития, лишенный дневного света. Создание ЭВМ — не дело университетской науки, так полагало новое начальство. Первое детище Брусенцова — машина «Сетунь» (экспериментальный образец, проработавший безотказно 17 лет) была варварски уничтожена, — ее разрезали на куски и выбросили на свалку. «Сетунь-70» сотрудники лаборатории забрали на чердак и там на ее основе создали «Наставник» — систему обучения с помощью компьютера. «Наставником» занялись по рекомендации Б.В. Анисимова, который был тогда заместителем председателя НТС Министерства высшего образования СССР. Выслушав Брусенцова, он сказал ему: «Займитесь обучением с помощью компьютера, этого никто не запретит».

«Мне, конечно, было горько от того, что нас не поняли, но затем я увидел, что это нормальное положение в человеческом обществе, и что я еще легко отделался, — с горьким юмором написал Брусенцов. — А вот Уильям Оккам, проповедовавший трехзначную логику в XIII веке, с большим трудом избежал костра и всю жизнь прожил изгоем. Другой пример — Льюис Кэррол, которому только под личиной детской сказки удалось внедрить его замечательные находки в логику, а ведь эта наука до сих пор их замалчивает и делает вид, что никакого Кэррола не было и нет. Последний пример, показывающий, что и в наши дни дело обстоит так же (если не хуже), — Э. Дейкстра, открывший (в который раз!) идеи структурирования. Сколько было шума — конференция НАТО, сотни статей и десятки монографий, „структурированная революция“ бушевала едва ли не 20 лет, а теперь опять все так, будто ничего и не было.

Полноценная информатика не может ограничиться общепринятой сегодня по техническим причинам двоичной системой — основа должна быть троичной. Как-то я встретился с Глушковым и попытался поговорить об этом. Как истинный алгебраист Глушков сказал тогда, что вопрос о том, включать пустое или не включать, давно решен: включать! Но в действительности все не так просто. Современные математики, в особенности Н. Бурбаки, в самом деле считают, что Аристотель не знал „пустого“, поэтому его логика несовместима с математической логикой и математикой вообще. Если бы они почитали Аристотеля, то могли бы узнать, что именно им введено не только это понятие, но и буквенные обозначения переменных и прочих абстрактных сущностей, которыми кормится современная математика, не всегда осознавая их смысл. Оказалось, что Аристотель за 2300 лет до появления компьютеров и расхожего теперь термина „информатика“ не только заложил достоверные основы этой науки (у него это называлось „аналитика“, „диалектика“, „топика“, „первая философия“), но и

поразительно эффективно применил ее методы к исследованию таких областей как этика, поэтика, психология, политика, о чем мы со своими ЭВМ пока и мечтать боимся.

Отдельные примеры алгебраизации (достоверной) аристотелевской логики я опубликовал в виде статей „Диagramмы Льюиса Кэррола и аристотелева силлогистика“ (1977 г.), „Полная система категорических силлогизмов Аристотеля“ (1982 г.).

У меня налицо убедительные доказательства верности открытого пути. С какой легкостью была создана „Сетунь“, как просто ее осваивали и продуктивно применяли пользователи во всех областях, и как они плевались, когда пришлось переходить на двоичные машины. Наивысшее достижение сегодня — RISC-архитектура — машины с сокращенным набором команд (типично — 150 команд), но где им до „Сетуни“, у которой 24 команды обеспечивали полную универсальность и несвойственные RISC эффективность и удобство программирования! Истинный RISC может быть только троичным.

В сущности мы его уже сделали, это „Сетунь-70“ — машина, в которой неизвестные в то время (1966–1968 гг.) RISC-идеи счастливо соединились с преимуществами трехзначной логики, троичного кода и структурированного программирования Э. Дейкстры, реализованного как наиболее совершенная и эффективная его форма — процедурное программирование в условиях двухстековой архитектуры. Впоследствии на этой основе была создана реализуемая на имевшихся двоичных машинах диалоговая система структурированного программирования ДССП, а в ней множество высокоэффективных, надежных и поразительно компактных продуктов, таких как „Наставник“, кросс-системы программирования микрокомпьютеров, системы разработки технических средств на базе однокристалльных микропроцессоров, системы обработки текстов, управления роботами-манипуляторами, медицинский мониторинг и многое другое.

Сейчас мы развиваем ДССП в „процедурный ЛИСП“. Известно, что ЛИСП — единственный язык, на котором можно сделать все: от управления простейшими системами до проблем искусственного интеллекта и логического программирования. Но ЛИСП с его функциональным программированием и списковыми структурами программ и данных — это магия, доступная немногим. Мы обеспечим те же (и больше) возможности, но без магии, К сожалению, приходится делать это не на троичной машине и полного совершенства достичь не удастся, но и в двоичной среде многое можно значительно упростить и улучшить. Правда, отдельные фрагменты трехзначной логики используются в двоичной ДСПП как логика знаков чисел (-, 0, +), также в виде трехзначных операций конъюнкции и дизъюнкции, существенно ускоряющих принятие решений.

Все же главным применением трехзначной логики стала у меня теперь силлогистика и модальная логика Аристотеля. Арифметические и машинные достоинства троичности в достаточной степени были освоены нами уже в „Сетуни-70“ — операции со словами варьируемой длины, оптимальный интервал значений мантиссы нормализованного числа, единый натуральный код чисел, адресов и операций, идеальное естественное округление при простом усечении длины числа, алгебраические четырехходовые сумматоры и реверсивные счетчики, экономия соединительных проводов и контактов за счет передачи по каждому проводу двух несовместимых двузначных сигналов (т. е. одного трехзначного). Короче говоря, все, о чем мечтает Д. Кнут в „Искусстве программирования для ЭВМ“, мы уже осуществили.

Адекватное отображение логики Аристотеля в трехзначной системе откроет выход компьютерам на те проблемы, которые он в свое время исследовал и которые сегодня, по-моему, актуальней вычислительной математики и электронной почты, а тем более одуряющих компьютерных игр. К тому же логика приобретет естественный вид и ее можно будет наконец пустить в школу, чтобы учились соображать, а не занимались зубрежкой».

Тяготы войны и напряженная работа без достаточного отдыха сказались на здоровье: в конце семидесятых годов Н.П. Брусенцов тяжело заболел.

Во Всесоюзном центре хирургии в Москве ему вначале отказали в операции, считая положение безнадежным. И только вмешательство директора центра Бориса Васильевича Петровского спасло ему жизнь: он сам взялся прооперировать приговоренного к смерти ученого. Операция (она имеет специальное название — операция Гартмана) шла пять часов. Семидесятивосьмилетний знаменитый хирург подарил Н.П. Брусенцову вторую жизнь... Был еще один человек, которому ученый не менее обязан: его жена Наталия Сергеевна Казанская взяла на себя все тяготы ухода за мужем и в больнице и дома. Через год пришла еще одна победа — на этот раз над, казалось, неизлечимой болезнью...

Прав или не прав Н.П. Брусенцов — покажет время. Со своей стороны приведу лишь один факт. В декабре 1993 г. я встретился с известным специалистом в области компьютерной науки профессором С.В. Клименко, работающим в вычислительном центре Института физики высоких энергий (г. Протвино Московской области). Ученый только что возвратился из США, где по просьбе американской стороны прочитал небольшой курс лекций по истории развития компьютерной науки и техники в Советском Союзе. На мой вопрос — о чем и о ком спрашивали его американские слушатели, он ответил: «Почему-то только о Брусенцове и его машине „Сетунь“».

Мы же по-прежнему считаем — нет пророков в своем отечестве! А может, интерес американцев к троичной ЭВМ и ее творцу не случаен?..

В настоящее время Николай Петрович Брусенцов заведует лабораторией ЭВМ факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Основными направлениями его научной деятельности являются: архитектура цифровых машин, автоматизированные системы обучения, системы программирования для мини- и микрокомпьютеров. ЭВМ «Сетунь-70» до сих пор успешно используется в учебном процессе в Московском университете. Н.П. Брусенцов является научным руководителем тем, связанных с созданием микрокомпьютерных обучающих систем и систем программирования. Им опубликовано более 100 научных работ, в том числе монографии «Малая цифровая вычислительная машина „Сетунь“» (1965 г.), «Миникомпьютеры» (1979 г.), «Микрокомпьютеры» (1985 г.), учебное пособие «Базисный фортран» (1982 г.). Он имеет 11 авторских свидетельств на изобретения. Награжден орденом «Знак Почета», Большой золотой медалью ВДНХ СССР. Лауреат премии Совета Министров СССР.

## Основоположник нетрадиционной компьютерной арифметики

Израиль Яковлевич Акушский родился 30 июля 1911 г. в Днепропетровске в семье главного раввина города, ставшего после революции учителем.

Еще обучаясь в Московском государственном университете, начал работать вычислителем в Научно-исследовательском институте математики и механики МГУ.

Его наставником был Л.А. Люстерник, создатель функционального анализа, работавший в Математическом институте им. В.С. Стеклова АН СССР. В то время техника вычислений мало кого интересовала, Люстерник был скорее исключением. Однако благодаря надвигавшейся войне это направление в математике стало быстро развиваться. Математическому институту, куда в 1936 г. перешел на работу Акушский (на должность младшего научного сотрудника), была поручена разработка таблиц стрельбы для артиллерийских орудий и навигационных таблиц для военной авиации. С этой целью в 1939 году в институте была создана первая в стране вычислительная лаборатория, руководителем которой и был назначен Акушский. Объем вычислений намечался по тем временам грандиозный, и, естественно, возник вопрос — на чем считать, чтобы вовремя справиться с заданиями. В те годы для этих целей использовались арифмометры, счеты, логарифмические линейки. Выпуск счетно-перфорационных машин в стране только начинался. Между тем в США фирма IBM уже выпускала надежную технику. В 1940 г. она привезла в Москву и выставила в Политехническом музее комплект счетно-аналитических машин. Фирма производимые ею машины не продавала, а только сдавала в аренду, поэтому купить их не было никакой возможности. В результате невероятных усилий Акушского комплект машин из Политехнического музея был перебазирован в Математический институт, где и поступил в распоряжение вычислительной лаборатории, ставшей таким образом первой лабораторией механизированного счета — зародышем будущих вычислительных центров. «В 1942 г. фирма IBM попросила Политехнический музей вернуть машины в США, — вспоминает И.Я. Акушский. — Естественно, руководство музея переслало этот запрос Математическому институту. Мне предстояло подготовить ответ. Разумеется, о возвращении машин не могло быть и речи — это лишило бы институт возможности выполнения ряда важных оборонных заданий.



Я составил ответ в том плане, что, по условиям военного времени, многое ценное оборудование в централизованном порядке эвакуировано в отдаленные районы страны, не подвергающиеся бомбардировкам, и в данное время затруднительно даже установить, где конкретно находится это оборудование.

Когда я представил проект ответа на подпись вице-президенту АН СССР академику И.П. Бардину, он рассердился, заявив, что я подсовываю липу, ведь он пару дней тому назад был у нас в институте, и именно я демонстрировал это оборудование и рассказывал о наших работах. Конечно, я извинился и описал ему, в каком положении мы окажемся, если отдадим машины. Кое-как удалось этот вопрос отрегулировать».

С началом войны большая часть института была эвакуирована, но часть сотрудников, в том числе и Акушский, оставалась в Москве, работая на армию. Считали штурманские таблицы для авиации. Не раз в институт приезжал М.М. Громов, сподвижник легендарного Чкалова и шел прямо к И.Я. Акушскому за очередными результатами. На предложение зайти к руководству, смеясь, отвечал, что руководства у него и своего достаточно, а сюда он приехал по делу к Акушскому. Иногда он забирал его с собой в краткосрочные командировки. Встревоженной жене Громов обещал вернуть мужа в целостности и сохранности, потом они ехали на аэродром, за несколько часов оказывались где-нибудь в Саратове, где выполнялась очередная срочная работа. Акушский консультировал или проверял работу вычислителей, и к утру возвращались в Москву.

Но бывали и другие ситуации. Однажды ночью Акушского забрали на Лубянку. Там же оказался и начальник его отдела. Разговаривали с ними сухо и официально: «По вашим методикам составлялись штурманские таблицы для полетов авиации?» — «Да». — «Несколько дней назад на Дальнем Востоке из полета не вернулся самолет, выполнявший особое задание. Связь с ним потеряна, если его не найдут, вы будете отвечать по законам военного времени!». Когда удалось справиться с нервами, Акушский переспросил: «На Дальнем Востоке?» — «Да». — «Скорее всего, штурман самолета не учел факт перехода за 180-й меридиан, где поправки надо брать с противоположным знаком! Есть какие-либо данные об их маршруте?» Когда такие данные были предоставлены, он рассчитал траекторию возможного движения самолета. По этим данным нашли остатки самолета, и сотрудников института с извинениями отпустили.

Им пришлось еще немало потрудиться до конца войны; например, как-то рассчитывали по спецзаданию 50 маршрутов перелета Москва-Тегеран и обратно, — как выяснилось, для перелета Генералиссимуса на встречу «большой тройки» в 1943 г.

Надежная и производительная (по тем временам) американская техника помогала лаборатории успешно выполнить важную работу по созданию таблиц для определения курсового угла и дальности полета для авиации дальнего действия.

Работал с увлечением, весь отдавая любимому делу, не считаясь со временем. Таблицы были изданы АН СССР (тогда — под грифом секретно). За качественное и быстрое выполнение задания он получил премию от главного командования военной авиации страны. Это был первый серьезный успех на выбранном им поприще. Так, с первых же месяцев Великой Отечественной войны он стал ее косвенным участником: штурманы самолетов, летавших бомбить Берлин, использовали составленные им таблицы. Через несколько месяцев из осажденной врагами Москвы его откомандировали в блокадный Ленинград — там завершилась начатая им в Москве

работа по подготовке таблиц для радиолокационных систем Военно-морского флота. Видя, как разрушается снарядами и голодом многострадальный город, работал почти без отдыха, за десятерых.

В конце 1943 г. вернулся в Москву. Рассказав директору института академику Виноградову о выполненной работе, не утерпел, добавил, что мог бы быстро подготовить кандидатскую диссертацию по проблеме применения счетно-аналитических машин для решения математических задач. Все основания для этого были: он впервые в стране ввел и применил для вычислений двоичную систему счисления, которая впоследствии стала основой для всей вычислительной техники, разработал теорию и методы вычислений для задач радионавигации, пеленгации, локации.

Академик нахмурился:

— Освободить вас от дел в лаборатории сейчас не могу, но когда позволят обстоятельства, сообщу.

Свое слово он всегда держал крепко и в феврале 1945 г. вызвал Акушского к себе

— Встречался с маршалом Жуковым. — сказал академик, — война идет к концу, теперь можете заняться диссертацией! — И отдал распоряжение, чтобы заведующего вычислительной лабораторией не тревожили в течение всего рабочего дня за исключением первого утреннего часа.

К маю диссертация была готова, о чем Акушский сообщил директору. Разговор, как всегда, был очень коротким:

— Хорошо, рассмотрим на совете! Оппонентами будут академик Лаврентьев и профессор Семендяев!

— Но Лаврентьев отвечает на письма через год! Он затянет подготовку рецензии!

— Не морочьте мне голову! Он все сделает вовремя!

— А Семендяев ко мне ревностно относится! Я сам слышал, что он говорил о моих работах!

— Это он в коридоре так говорит. Пусть скажет на совете!

В конце июня появились отзывы. Оба положительные. Профессор К.А. Семендяев, передавая отзыв, попросил тут же прочитать, а после этого спросил:

— Ну, как?

Пришлось Акушскому сказать:

— Вы меня перехвалили!

Защита была назначена на 5 июля 1945 года, прошла очень успешно, хотя не обошлось без волнений — члены совета могли уйти в отпуск. Встретив директора института за несколько дней до защиты, Акушский высказал свои опасения. Академик хитро улыбнулся:

— Я обещал вам, что защититесь к лету, и сдержу свое слово. Можете не беспокоиться: бухгалтерии дано распоряжение выдавать отпускные только 5 июля!

Израиль Яковлевич, рассказавший мне эти эпизоды, и сейчас, через много лет с любовью и уважением вспоминает своего строгого и требовательного директора.

На защите присутствовал и выступил в поддержку Акушского академик Колмогоров. Он еще в годы войны вел переписку с известным американским ученым, пионером кибернетики Р. Винером. Спустя некоторое время после защиты, встретив Акушского, предложил ему подготовить статью по материалам диссертации и обещал переслать ее Винеру. Это не было случайностью. Академик Колмогоров всегда был

внимательным к окружавшим его людям. Акушский последовал его совету, и когда в 1946 г. Винер впервые приехал в Советский Союз, оказалось, что он уже заочно знаком с Акушским по его статье. Все свое время он провел в Математическом институте им. В.А. Стеклова АН СССР, беседовал с академиком И.М. Виноградовым, разговаривал с И.Я. Акушским, выступил с лекцией о кибернетике. Приглашение посетить Институт философии АН СССР, где в то время утверждали, что кибернетика лженаука, американский ученый игнорировал.

Еще во время войны Л.А. Люстерник организовал и активно проводил научный семинар по теории вычислений. Ученым секретарем АН СССР в то время был академик Н.Г. Бруевич. Он, в свою очередь, вел семинар по точной механике. В конце войны семинары объединились. На объединенном семинаре не раз обсуждались вопросы, связанные с развитием вычислительной техники. Говорилось о необходимости организации отдельного института. В них принимал участие и Лкушский. Созданная в стране счетно-перфорационная техника была ненадежной и годилась разве что для бухгалтерских работ. Аналоговые вычислительные средства не обеспечивали требований, выдвигаемых наукой и техникой. Идея создания цифровых электронных вычислительных машин уже обсуждалась за рубежом и в стране. Создание нового института отвечало запросам времени. Президент АН СССР академик С.И. Вавилов горячо поддержал идею создания института, выступил со статьей в «Правде» и добился быстрого решения вопроса в правительстве. В 1948 г. в составе Академии был организован Институт точной механики и вычислительной техники — ИТМ и ВТ. В него вошли: из Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР отдел Л.А. Люстерника, в составе которого была лаборатория И.Я. Акушского; из Института машиностроения АН СССР — отдел точной механики, руководимый академиком Н.Г. Бруевичем; из Энергетического института АН СССР отдел чл. корр. АН СССР И.С. Брука и лаборатория профессора Л.И. Гутенмахера. (Отдел Брука, хотя и был включен в состав нового института, но не перешел в него.)

Директором института был назначен академик Бруевич. (Его через год сменил М.А. Лаврентьев. В 1952 г. по предложению Лаврентьева директором ИТМ и ВТ АН СССР назначили С.А. Лебедева.)

Вскоре после создания института наступили годы, когда стал искусственно подогреваться «еврейский вопрос». На одном из совещаний с участием заведующего отделом науки ЦК ВКП(б) Жданова по развитию науки на периферии, Акушский оказался рядом с ним.

— Как работается? — спросил высокий руководитель.

— Неуютно как-то, — ответил ученый.

— Почему бы вам не развивать свое направление в какой-нибудь республиканской академии? Я могу, если хотите рекомендовать вас президенту АН Казахстана Кунаеву как специалиста, очень нужного для развития вычислительной математики в республике.

Акушский понял это как указание о переезде:

— Благодарю. Я согласен.

Так начался алмаатинский период его деятельности.

В АН Казахстана он организовал лабораторию машинной и вычислительной математики, ставшей затем базой для образования Института математики и механики АН КазССР. Одновременно стал читать курс лекций по вычислительной математике в



Казахском государственном университете. Появились аспиранты, из которых впоследствии выросли крупные ученые.

Именно в эти годы (1954–1956) у него возникла идея создания системы счисления, позволяющей ускорить вычислительный процесс в ЭВМ, реализации которой он посвятил всю последующую жизнь. Своими мыслями о новой системе счисления в остаточных классах (СОК) в один из приездов в Москву в 1956 г. он поделился с академиком М.А. Лаврентьевым. Тот сказал, что получил письмо от чехословацкого ученого Л. Свободы, который предлагает нечто подобное. Ознакомившись с присланными материалами, Акушский увидел, что ученый опередил его — речь шла о создании ЭВМ на базе СОК. Это подлило масла в огонь: теперь день и ночь он только и думал о дальнейшем развитии новой теории, и небезуспешно.

Примерно через полгода, снова будучи в Москве, он встретился с министром машиностроения и приборостроения М.А. Лесечко, с которым был знаком раньше. Министр заинтересовался новыми разработками и сразу же предложил:

— Что ты там торчишь! Приезжай в Москву, будешь работать в СКБ-245! Акушский с радостью согласился. В то время это была ведущая в стране конструкторская организация, занимавшаяся разработкой ЭВМ. Ее первенец — ЭВМ «Стрела» — уже работала.

Президент АН Казахской ССР, узнав о желании ученого возвратиться в Москву, не стал возражать, но захотел сохранить его участие в работе академии. Попросил продолжить руководство аспирантами и проводить консультации по работам в области вычислительной математики и вычислительной техники. В 1970 г. И.Я. Акушского избрали в члены-корреспонденты АН Казахстана.

В СКБ-245 его назначили сначала старшим научным сотрудником, а затем заведующим лабораторией математического отдела. Вначале Акушский участвовал в разработке ЭВМ с использованием обычной позиционной системы счисления. Но все его симпатии были уже на стороне системы счисления в остатках, он продолжал ее разработку и усовершенствование, надеясь создать на ее основе ЭВМ.

На математическом конгрессе в Ленинграде в 1961 году он встретился со Свободой. Долго беседовали, обсуждая содержание своих докладов. На этот раз Акушский почувствовал, что значительно опередил чехословацкого ученого. Тот, очевидно, тоже понял это и вместо намеченного в тезисах доклада сделал другой — о троичной системе счисления. (Позднее на математическом конгрессе в Испании Свобода выступил с докладом, представленным на ленинградский конгресс.)

В 1957 г. коллектив разработчиков СКБ-245 в составе Ю.Я. Базилевского, Б.И. Рамеева, Ю.А. Шрейдера и И.Я. Акушского начал работы по созданию ЭВМ в системе остаточных классов (СОК). Работа не очень клеилась, поскольку лишь Акушский твердо верил в замечательные свойства СОК. И когда в 1960 г. пригласили возглавить аналогичную разработку в Научно-исследовательском институте дальней радиосвязи, директором которого был только что назначен Ф.В. Лукин, он не колеблясь согласился. Вместе с ним на новое место перешел Д.И. Юдицкий.

Для ЭВМ в СОК была задана рекордная производительность — 1,25 млн. операций в секунду. Напомним, что в то время производительность ЭВМ определялась десятками тысяч операций в секунду.

ЭВМ была создана в короткие сроки и стала успешно использоваться в системе ПВО страны. Она выпускается промышленностью и используется до сих пор, получив

вторую жизнь после перевода на интегральную элементную базу.

В Чехословакии же под руководством Л. Свободы была создана ЭВМ «Эпос» с использованием СОК, но она имела невысокое быстродействие и практически не использовалась.

Академик Лебедев высоко ценил и поддерживал Акушского. Как-то, увидев его, сказал:

— Я бы делал высокопроизводительную ЭВМ иначе, но не всем надо работать одинаково. Дай вам Бог успеха!

Когда Лукина перевели в Зеленоградский научный центр электронной техники Министерства электронной промышленности, он перетащил туда, в только что организованный Вычислительный центр, Юдицкого и Акушского. Первый был назначен директором, второй — его заместителем по научной части. Начали разрабатывать ЭВМ в СОК с использованием магнитострикционных линий задержки, но теперь уже на 20 млн. операций в секунду. К сожалению, довести дело до конца не удалось. Хотя экспериментальный образец ЭВМ был почти готов, дальнейшая работа по созданию машины со смертью Ф.В. Лукина затормозилась...

Именно в это время (начало 70-х гг.) я познакомился с Израилем Яковлевичем, поскольку обратился к нему и Д.И. Юдицкому с предложением создать в Институте кибернетики АН Украины отраслевую лабораторию Министерства электронной промышленности с целью использовать научный потенциал института в интересах министерства. Лаборатория была создана, и я имел возможность несколько лет общаться с Акушским.

Наши совместные работы послужили основой для развертывания в Зеленограде работ по созданию мини- и микро-ЭВМ.

Запомнились внимание, которое уделял Израиль Яковлевич нашим работам, его такт, огромный багаж знаний в области компьютерной науки и техники.

Очень тепло отзываются об Акушском его ученики и соратники. В.М. Трояновский, в настоящее время доцент Московского государственного института электронной техники, написал мне: «Вспоминать об Израиле Яковлевиче Акушском и легко, и сложно. Легко, потому что его образ навсегда остался светлым в моей памяти, всех Техf кто хоть какое-то время общался с ним. Сложно — из-за того, что свежа боль утраты, и мои частные впечатления, конечно же, не могут осветить всю многогранность этого Человека. Я познакомился с Израилем Яковлевичем в 1971 г., когда перешел на работу в Зеленоград — старшим научным сотрудником как раз в тот институт, где он был заместителем директора по научной работе. Для меня он был тогда просто „зам. директора“ и большим ученым — как-никак чл. — корр. АН, правда, не союзной, а Казахской академии, хотя на казаха он явно не походил — и это была загадка, разъяснившаяся лишь со временем. Мои друзья объяснили, что ученый-то он настоящий, в чем я вскоре имел повод убедиться. Буквально через месяц после моего поступления на работу у Акушского был юбилей (60 лет со дня рождения и 40 лет научной деятельности). Юбилей этот отмечался на уровне всего Зеленограда, — торжественное заседание проходило в МИЭТе (единственный ВУЗ города, И.Я. работал там по совместительству, заведую кафедрой вычислительной математики, им основанной и „поставленной на ноги“). В фойе активного зала целый стенд занимала выставка научных трудов — книги, статьи в журналах, сборниках, академических изданиях, авторские свидетельства, патенты, в том числе зарубежные.

И выступающие, и президиум цвели улыбками. Были и стихотворные поздравления, и подарки в разных стилях, и просто много хороших, добрых слов. Часть этих подарков я потом видел в кабинете И.Я., когда стал бывать в его доме. Особенно хороша была шкатулка с цветным портретом и росписью „под Хохлому“, преподнесенная вместе со стихотворным поздравлением от коллектива ВЦ. Рассказывали, что этот подарок готовился втайне от И.Я. по черно-белой фотографии и устному описанию героя, но мастер из Хохломы сумел воссоздать почти живой образ — видимо, столько тепла и человеческой доброты передавал даже рассказ об Акушском!

Позднее я несколько раз бывал в доме Израиля Яковлевича, познакомился с его женой Галиной Петровной, живо интересовавшейся всеми учениками и соратниками мужа. Своих детей у них не было, и ко всей молодежи, появлявшейся в доме, они относились с родительским вниманием и заботой.

...Но не все складывалось так радужно, хотя ряд технических решений удалось запатентовать в таких ведущих странах по вычислительной технике, как Великобритания, США, Япония. Когда И.Я. уже работал в Зеленограде, в США нашлась фирма, готовая к сотрудничеству по созданию машины, „начиненной“ идеями И.Я. и новейшей электронной базой США. Уже велись предварительные переговоры. К.А. Валиев, директор НИИ молекулярной электроники, готовился к развертыванию работ с новейшими микросхемами из США, как вдруг И.Я. вызвали в „компетентные органы“, где без каких-либо объяснений заявили, что „научный центр Зеленограда не будет повышать интеллектуальный потенциал Запада!“, — и все работы были прекращены. К сожалению, это был не единичный случай, когда грубость, невежество, интриги преграждали дорогу блестящей технической мысли и научно-техническому прогрессу, носителем которых был И.Я. Акушский.

...Израиль Яковлевич тяжело переживал смерть Ф.В. Лукина и прекращение работ по новой машине. Хотя он добился возможности изготавливать опытный образец в Днепропетровске (это был родной город Акушского, и в этом он видел доброе предзнаменование), теперь его не поддержал директор своего же института. Он решил уйти на пенсию — „крыша“ АН позволяла работать и дома, идей ему было не занимать, да и учениками он не был обделен, — за свою жизнь воспитал около 90 ученых, причем свыше 10 из них защитили докторские диссертации!

Однако все эти тревожения не прошли бесследно, — у Акушского случился инсульт, он попал в больницу, а потом долгое время вынужден был ходить с палочкой. Я неоднократно навещал его в тот период, мы прогуливались вблизи дома, который стоит прямо рядом с массивом коттеджей своеобразного поселка художников, позже признанного одной из заповедных зон Москвы. Он с удовольствием гулял по тенистым улочкам и много рассказывал о создании Зеленограда, с большим теплом отзывался о Лукине, Валиеве, Малинине, считая их действительными „отцами города“, хорошими организаторами и учеными, сдержанно отзывался о Ф.Г. Старосе. Для многих ученых и руководителей среднего возраста (в конце 70-х — начале 80-х гг.) Акушский был научным руководителем, оппонентом или коллегой, часто в его доме раздавались звонки из Алма-Аты, Тбилиси, Баку, Киева, Новосибирска, Молодые сотрудники и ученые почтительно называли его между собой „дедом“.

Среди проблем эффективности работы ЭВМ и передачи информации Акушский выделял теперь, помимо быстрогодействия, еще и проблему сжатия данных. Здесь его

ученикам также удалось разработать ряд удачных решений. Так, с помощью одного из них телеметрическая информация со спутников была сжата в 6 раз. Я как-то спросил, не являются ли работы по сжатию продолжением работ в СОК? „Нет, — ответил он. — Это совершенно самостоятельное направление. Просто у меня много интересов“. И это действительно приходилось наблюдать. Например, уже в 70-е гг. у него в деталях обсуждалась проблема безденежных расчетов с помощью кредитных карточек и имевшейся тогда ВТ, с опробованием такой системы в Зеленограде. Подбирались разработчики и исполнители, подготавливалось решение организационных вопросов. Он умел находить общий язык и взаимопонимание на любом уровне — от рядового инженера до ученых из Президиума АН СССР. Характерно также, что у него, беспартийного, были самые лучшие взаимоотношения с горкомом партии в Зеленограде и первыми руководителями города.

А что касается СОК, он и сам не переставал учиться. Как-то ему сообщили, что, выступая в Новосибирске, академик Глушков отметил, что СОК открывает путь в сверхвысокие диапазоны чисел. И Акушский нашел случай связаться с Глушковым и поблагодарить его за эти слова. Как рассказывал И.Я., Глушков сказал — это вас надо благодарить за создание и пропаганду теории СОК. Но Израиль Яковлевич не раз повторял: „И как я сам не увидел этих применений СОКа?“ В общем, он загорелся идеей работы в сверхвысоких диапазонах чисел, а в таких случаях он умел увлекать и других. Видимо, в это время я вновь попал в его поле зрения в качестве научно-технического „потенциала“. Мне было предложено заниматься числами Мерсенна, и хотя я до этого занимался применением ЭВМ лишь для АСУТП, изящество математического аппарата СОК увлекло, так что я включился в эту работу, после чего наши контакты с И.Я. стали еще более частыми. К сожалению, большего, чем разработка необходимого программного инструментария, мне достичь не удалось — задача „не поддавалась“, хотя и были перепробованы несколько подходов. И хотя числа из диапазона 1050 легко обрабатывались в СОК на рядовых мини- и микро-ЭВМ, рабочие алгоритмы требовали слишком большого перебора. А Акушский находил все новые и новые задачи для диапазона сверхбольших чисел. Это были и числа Ферма, и совершенные нечетные числа.

С горечью констатируя, что отечественная ВТ все больше отстает от зарубежной не только по количеству, но и по темпам развития, что он и другие ученые бессильны помочь здесь государственной машине, Акушский в последние годы жизни считал, что единственный участок научного фронта, где он может осуществить прорыв, это „чистая наука“ для сверхвысоких диапазонов чисел. Он хотел написать монографию по вычислительной теории чисел — к сожалению, этому не дано было свершиться. Он работал практически до последних дней. Уже в конце 1991-го — начале 1992 г. я видел у него на столе гранки проблемной статьи о применении СОК в сверхвысоких диапазонах чисел. К сожалению, эту работу, это своеобразное научное завещание я так и не смог до сих пор найти опубликованной.

Умер И.Я. Акушский как-то очень неожиданно. 2-го апреля 1992 г., встав ночью с постели, он упал и ударился ногой и головой. Вызвали „скорую“, отвезли в больницу. Днем его еще навестила жена, и вроде чувствовал он себя удовлетворительно. В конце дня сказал, что устал и хочет спать. А ночью ему стало плохо, вызвали дежурного врача, назначили срочную операцию, но травма головы оказалась смертельной, и его не

спасли. На похороны съехались десятки его учеников, близких, знакомых. Похоронили его в семейном склепе на кладбище центрального крематория Москвы.»

Имя И.Я. Акушского навсегда утвердилось как имя основоположника нетрадиционной компьютерной арифметики.

На созданных под его руководством в начале 60-х годов специализированных вычислительных устройствах впервые в СССР и в мире была достигнута производительность более 1,0 млн. операций в секунду и надежность в тысячи часов. На основе остаточных классов им разработаны методы проведения вычислений в супербольших диапазонах с числами в сотни тысяч разрядов. Это определило подходы к решению ряда вычислительных задач теории чисел, оставшихся нерешенными со времен Эйлера, Гаусса, Ферма.

Он занимался также математической теорией вычетов, ее вычислительными приложениями в компьютерной параллельной арифметике, распространением этой теории на область многомерных алгебраических объектов, вопросами надежности спецвычислителей, помехозащищенными кодами, методами организации вычислений на номографических принципах для оптоэлектроники.

Израиль Яковлевич опубликовал свыше 200 трудов, получивших широкую известность в стране и за рубежом (в том числе 12 монографий); имеет более 90 изобретений, многие из которых запатентованы в США, Японии, ФРГ. Учениками, последователями его являются свыше 80 кандидатов и 10 докторов наук.

## **Советский ученый из Америки**

## У истоков развития микроэлектроники



Одной из ярких страниц в истории развития вычислительной техники явились работы, начатые во второй половине 50-х годов в Ленинграде коллективом, руководимым Филиппом Георгиевичем Старосом и его ближайшим помощником Иозефом Вениаминовичем Бергом. Особенностью этих работ была изначальная ориентация на микроэлектронные технологии. Это позволило получить первые в СССР крупные результаты в создании и внедрении образцов микроэлектронной управляющей вычислительной техники и инициировать организацию Научного центра микроэлектроники в Зеленограде с филиалами в ряде городов Союза.

В 1956 г. при одной из ленинградских конструкторских организаций для ученых была организована специальная (закрытая) лаборатория СЛ-11.

Уже в первые годы ее существования были достигнуты серьезные результаты по созданию экспериментальных образцов пленочных микросхем, интегральных многоотверстных ферритовых пластин для запоминающих устройств и логических узлов ЭВМ с малым потреблением энергии. После посещения СЛ-11 в 1959 г. Д.Ф. Устиновым (бывшим тогда председателем ВПК при СМ СССР) было принято решение об организации самостоятельного КБ под руководством Ф.Г. Староса. Оно было создано в 1961 году и получило название КБ-2 электронной техники. Последствия не замедлили сказаться.

Первым крупным исследованием новой организации, выполненным в рекордно короткий срок (два года), явилась разработка управляющей ЭВМ УМ1-НХ.

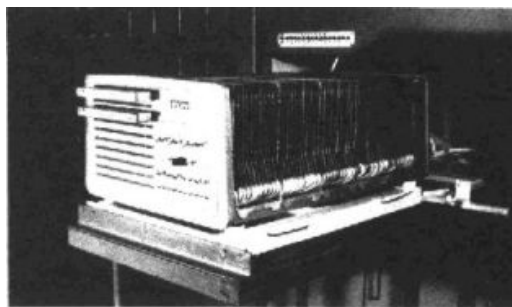
В 1962 г. она была принята Государственной комиссией под председательством академика А.А. Дородницына и рекомендована к серийному производству. ЭВМ УМ1-НХ стала предвестницей появления нового класса вычислительной техники — микроэлектронных управляющих ЭВМ. Хотя логическая часть УМ1-НХ, а также ПЗУ констант и команд были выполнены на дискретных элементах, в ней впервые были реализованы принципы и технические решения микросхемотехники. Существенными отличительными характеристиками УМ1-НХ явились низкая для того времени стоимость и высокая надежность работы в производственных условиях. Например, за первые 12 тыс. часов работы в условиях металлургического производства в системе управления нажимным устройством блюминга 1150 на Череповецком металлургическом заводе показатель безотказности УМ1-НХ составил более 1,5 тыс. часов («Сталь», 1971, № 10).

Приоритет УМ1-НХ как первой в мире мини-ЭВМ фактически признали американские специалисты. В обзоре советской вычислительной техники, опубликованном в журнале «Control Engineering», 1966, № 5 под рубрикой «Настольная модель» (desktop model), УМ1-НХ была названа «замечательной» (remarkable) по своим размерам и потребляемой мощности (параметры УМ1-НХ даны в Приложении 16).

По постановлению ЦК КПСС и СМ СССР в 1963 году началось освоение и серийное производство УМ1-НХ на Ленинградском электромеханическом заводе (ЛЭМЗ). В последующие годы ЛЭМЗом было также освоено производство новых устройств для УМ1-НХ, расширяющих ее возможности, используя которые вместе с базовым конструктивом УМ1-НХ, завод выполнял заказы промышленности на управляющие комплексы для конкретных объектов.

Наиболее крупным комплексом, который был изготовлен ЛЭМЗом, является комплекс автоматического контроля и регулирования для 2-го блока Белоярской АЭС (руководитель разработки В.Е. Панкин, КБ-2). Центральная подсистема управления состояла из двух УМ1-НХ, работавших в режиме «горячего» резерва, к которым подключалось около 4 тыс. каналов ввода-вывода, размещаемых в 15 конструктивах типа УМ1-НХ. Комплекс был укомплектован 120 преобразователями «угол-код».

Работой по внедрению комплексов и систем на базе УМ1-НХ руководил один из ближайших в то время помощников Староса Виталий Михайлович Вальков. История внедрения УМ1-НХ в различных отраслях народного хозяйства интересна тем, что было доказано в принципе очевидное положение: для решения целого ряда конкретных задач управления требуются средства вычислительной техники с весьма скромными характеристиками. Это дало толчок многочисленным работам в области использования УМ1-НХ для управления различными объектами.



Итог подвело Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 01.11.1969 года: — «Присуждена Государственная премия СССР Старосу Филиппу Георгиевичу, доктору технических наук, главному конструктору, руководителю работы, Валькову Виталию Михайловичу, Панкину Владимиру Ефимовичу, начальникам отделов, Бергу Иозефу Вениаминовичу, кандидату технических наук, главному инженеру, Бородину Николаю Иннокентьевичу, кандидату технических наук, заместителю главного конструктора, работникам Конструкторского бюро и др. — за разработку малогабаритной электронной управляющей машины и управляющих вычислительных комплексов типа УМ1-НХ и внедрение их в первые цифровые управляющие системы в различных отраслях народного хозяйства».





Одновременно с этими работами в КБ-2 интенсивно развивались исследования в области микроэлектронной технологии, создавались экспериментальные образцы микроминиатюрных логических узлов и узлов памяти ЭВМ, отрабатывались идеи и методы создания микроэлектронной аппаратуры различного назначения.

4 мая 1962 года КБ-2 посетил Н.С. Хрущев. Его сопровождали Устинов, главком ВМФ Горшков, министр электронной промышленности Шокин и ряд других высокопоставленных деятелей военно-промышленного комплекса. Старое сделал четкий и короткий доклад (Хрущев любил доклады в таком стиле) о значении микроэлектроники для обороноспособности страны и научно-технического прогресса СССР в целом. Во время доклада демонстрировались действующие образцы микроэлектронных средств вычислительной техники от УМ1-НХ, микросборок, интегральных узлов памяти до макета микроминиатюрной аппаратуры на бескорпусных транзисторах, имитирующей решения летчика для маневрирования истребителя в бою. Апофеозом стало краткое изложение сути разработанного под руководством Староса проекта Научного центра микроэлектроники.

Результатом посещения КБ-2 Хрущевым был выпуск буквально через месяц (беспрецедентный срок!) постановления ЦК КПСС и СМ СССР о строительстве Научного Центра микроэлектроники в Зеленограде и организации ряда филиалов в Киеве, Минске, Риге, Вильнюсе и др. В разработке проекта научного центра микроэлектроники кроме Староса участвовали И.В. Берг, В.М. Вальков, Н.И. Бородин, Г.Р. Фирдман. Проект предусматривал — интенсивное комплексное развитие всех необходимых компонентов микроэлектроники как науки и как базовой отрасли развития народного хозяйства — от материалов и новых технологий до новой подотрасли электронного машиностроения и создания «пионерских» образцов микроэлектронной вычислительной техники.

Первые два года Ф.Г. Старое исполнял обязанности заместителя генерального директора по науке создаваемого Центра, оставаясь главным конструктором КБ-2, которое до 1970 г. входило как самостоятельное предприятие в систему Научного центра.

Создание Научного центра и мощный импульс в развитии микроэлектроники, последовавший за его появлением в 70–80-е годы, по-видимому, являются самым выдающимся вкладом Староса и Берга в микроэлектронику и вычислительную технику в СССР.

В 1964 г. в КБ-2 под руководством Староса была разработана микроминиатюрная ЭВМ УМ-2, ориентированная на применение в аэрокосмических объектах. Кроме достаточно развитой архитектуры, УМ-2 имела оригинальные схемо-конструктивные и

технологические решения, которые оказали большое влияние на развитие бортовой вычислительной техники в последующие годы.

Для организаций Королева и Туполева были разработаны опытные образцы этой машины.

Второй крупной разработкой 1964 года было семейство наращиваемых магнитных интегральных накопителей типа КУБ-1 (-2, -3, -4). Серийное производство этих накопителей было освоено заводом ЛЭМЗ, ими комплектовались не только управляющие комплексы на базе УМ1-НХ, но и системы управления ракетами, находящиеся на вооружении армии.

Разработка УМ-2, ее удачные архитектурные и конструктивно-технологические решения получили свое развитие и практическое внедрение по двум направлениям: была разработана управляющая ЭВМ «Электроника К-200» и управляющий комплекс с наращиваемыми устройствами ввода-вывода и периферийными устройствами, получивший название «Электроника К-201». В конце 60-х годов они стали выпускаться в Псковском объединении «Рубин». Таким образом, разработки КБ-2 инициировали возникновение второго нового производителя средств микроэлектронной управляющей вычислительной техники.

В 70-е годы «Электроника К-200» и комплексы на ее основе нашли достаточно широкое применение для контроля и управления в промышленности (в первую очередь электронной). Основными работами по направлению «Электроника К-200» руководил В.М. Вальков; его ближайшими коллегами были В.И. Хлебников, Г.В. Федоров, В.Н. Колесов, Л.А. Старн.

Второе рождение УМ-2 получила в многоцелевой управляющей системе «Узел» для малых подводных лодок. Разработка «Узла» (гл. конструктор Ф.Г. Старое) проводилась по заданию ВМФ и по решению ВПК при СМ СССР. «Узел» успешно прошел государственные (а в дальнейшем объектовые) испытания, был внедрен в мелкосерийное производство на Псковском объединении «Рубин» и в 70–80-е годы поставлялся для комплектования объектов ВМФ. В комплексе работ по «Узлу» особая роль принадлежала ученику Староса д.т.н. проф. М.П. Гальперину, за что ему была присуждена (в составе коллектива) Государственная премия СССР.

К началу 70-х годов в КБ-2 под руководством Староса были получены первые результаты по созданию монолитных БИС в виде комплекта для первого микрокалькулятора, производителем которого стало ПО «Светлана» (ныне АО «Светлана»). Получение этих результатов (на несколько месяцев раньше, чем на других микроэлектронных предприятиях) было обеспечено не только тщательной отработкой технологии МДП-БИС с применением средств автоматизации на базе мини-ЭВМ (экспонирование фотошаблонов и контроль изготавливаемых изделий), но и внедрением мощной системы топологического проектирования (в то время на базе БЭСМ-6).

Разработки БИС для микрокалькуляторов послужили базой для развития работ по созданию машины «Электроника С5» — первого в СССР семейства одноплатных, многоплатных и однокристалльной микро-ЭВМ для управления объектами и процессами. Среди этого семейства с оригинальной структурой и архитектурой, в разработке которых приняли участие ученые Института кибернетики им. В.М. Глушкова АН Украины (А.В. Палагин и др.), следует особо выделить однокристалльную микро-ЭВМ С5-31, оригинальность которой была отмечена американскими

специалистами. Работы по совершенствованию микроэлектронной технологии и созданию новых образцов микропроцессорной вычислительной техники продолжаются и по сей день в АО «Светлана» — «Микроэлектроника» (так сейчас называется бывшее КБ-2). Ведущую роль в этих работах играют ученики Староса Е.И. Жуков — ныне главный инженер предприятия, В.Я. Кузнецов, В.Е. Панкин, Ю.П. Шендерович. Они были активными участниками всех основных разработок начиная с УМ1-НХ.

Доктор технических наук, профессор Филипп Георгиевич Старое после включения его КБ в объединение «Светлана» в 1974 г. уехал во Владивосток и поступил на работу в Дальневосточный центр АН СССР, где возглавил исследования по созданию искусственного интеллекта на базе новой микроэлектронной технологии. Он умер в 1979 г., на его похоронах в Москве присутствовали практически все, кто стоял у истоков создания советской микроэлектроники и микроэлектронной вычислительной техники. Ф.Г. Старос был выдающимся инженером, ученым, организатором научных коллективов, его деятельность явилась незабываемой особой страницей в истории развития электроники и вычислительной техники в СССР.

## Альфред Сарант — Филипп Старос?

Филиппа Георгиевича Староса я видел единственный раз, когда по какой-то причине пришлось побывать в его институте в Ленинграде. Тогда не думал, что придется писать о нем, и не пытался запомнить детали встречи, его внешность, тему разговора.

Он был популярной личностью среди специалистов. Разработанная в его институте машина УМ1-НХ была первой микроэлектронной управляющей машиной. Она была хорошо известна мне и другим разработчикам управляющих машин. Но далеко не все (и я в том числе) знали, что этот человек родился, получил образование и первый опыт работы с микроэлектроникой в \_ США!

Об этом мне сообщил работавший с ним долгие годы доктор технических наук В.М. Вальков.

В ответ на мою просьбу рассказать о Старосе он прислал ряд материалов, которые я использовал выше, и копию статьи Марка Кучмента, опубликованную в «Проблемах Восточной Европы» (№ 16–16), издаваемых в Нью-Йорке и перепечатанную журналом «Инженер» № 7 за 1990 г. Я привожу ее с небольшими сокращениями. Вальков утверждает, что изложенная в ней версия биографии Староса соответствует действительности.

«Я коснусь карьеры двух американских эмигрантов, двух специалистов по электронике, которые получили образование в Соединенных Штатах и были известны в Советском Союзе соответственно как Филипп Старос и Иозеф Берг.

Примерно четыре года назад в процессе интервьюирования советских ученых-эмигрантов я первый раз услышал историю двух американских инженеров, которые сделали успешную карьеру в Советском Союзе в качестве ученых-конструкторов. Их имена повторялись в некоторых интервью вновь и вновь: Филипп Георгиевич Старос и Иозеф Вениаминович Берг — соответственно главный конструктор и главный инженер конструкторского бюро, которое действовало в Ленинграде в 60-х и 70-х годах под покровительством советских военных. Оба инженера — Старос и Берг — появились в Советском Союзе, прибыв из Чехословакии в конце 1955-го начале 1956 года. Старое приехал со своей американской, Берг — со своей чешской женой.

Бывшие советские коллеги Староса утверждают, что его идеи получили признание в Советском Союзе по трем причинам: во-первых, благодаря поддержке советских военных, под руководством которых он работал с 1956 года и большую часть последующих лет; во-вторых, благодаря авторитету и ореолу, который его окружал как человека, получившего образование и работавшего в качестве инженера в Соединенных Штатах; третьей причиной является необычная комбинация в личности Староса — способностей хорошего исследователя и умелого руководителя больших коллективов. Вот некоторые отрывки из интервью:

„Наш директор был выдающимся человеком. Он был не только хорошим ученым и очень сильной личностью, его окружал также ореол американца. Кроме того, у него были связи на очень высоком уровне. Он знал Дмитрия Устинова, который позже стал министром обороны, он знал некоторых сотрудников ЦК КПСС, также, как мне кажется, людей из КГБ“.

„Староса приглашали несколько раз на заседание Военно-промышленной комиссии — ВПК, он обсуждал там свои собственные проекты“.

„Наш директор был консультантом ВПК“.

„Старое был не только хорошим профессионалом, но и хорошим организатором“.

Связь с военными была очень важна для карьеры Староса по нескольким причинам. Во-первых, военные платили больше. Во-вторых, они могли обеспечить доступ к оборудованию, необходимому для выполнения тех проектов, которые они заказывали. Наконец, военные имели доступ к более высоким уровням советской бюрократии ввиду того, что их проекты обладали высоким приоритетом.

Очень существенным компонентом успеха Филиппа Староса была его способность не только вести исследовательскую работу, но и очень эффективно руководить большими исследовательскими группами. Такое редко используемое в Америке качество, как способность к коллективной работе — хорошим примером являются успехи и проблемы Роберта Оппенгеймера, — очень четко соответствовала образу работы советской научной и технической интеллигенции. В Советском Союзе ведущие ученые — Абрам Иоффе, Мстислав Келдыш, Игорь Курчатов, Сергей Королев — обычно всегда были также компетентными руководителями своих собственных проектов.

Старое приехал в Советский Союз из Праги в конце 1955-го или начале 1956 года в сопровождении своей американской жены, четырех детей и американского коллеги, друга и доверенного лица Иозефа Берга, который впоследствии работал его заместителем.

Из интервью: „Старос жил в Праге. Хрущев привез его в Советский Союз вместе с семьей“.

Хотя существует некоторая неясность в отношении того, кто пригласил Староса в СССР (некоторые утверждают, что это был Дементьев, в то время министр авиационной промышленности), есть очень мало сомнений в том, что советские власти с самого начала относились к нему с очень большим вниманием. Его зарплата в 700 руб. в месяц была намного выше, чем 550 руб., которые получал заместитель министра электронной промышленности СССР.

Сначала Старое был назначен директором вновь созданной лаборатории в военном научно-исследовательском институте в Ленинграде.

Несколько таинственное и даже экзотическое происхождение Филиппа Староса отражено в его официальной советской биографии одной фразой: „В 1941 году окончил университет в г. Торонто и начал заниматься исследовательской работой“. Но даже эта фраза скорее маскирует, чем описывает его прошлое. Попытки подтвердить его ученую степень из университета в Торонто не были успешными.

После примерно восемнадцати месяцев безуспешных попыток проследить судьбу Филиппа Георгиевича Староса в Соединенных Штатах и Канаде мне в конце концов удалось добиться успеха. Оказалось, что многие важные эпизоды жизни Филиппа Староса, которые стали мне известны от его прежних советских коллег, чрезвычайно напоминают детали биографии американского специалиста по электронике по имени Альфред Сарант, который был другом Юлиуса Розенберга.

Альфред Сарант получил степень бакалавра по электронике в университете Купер-Юнион в Нью-Йорке в 1941 году. Он работал в области проектирования систем связи в Форт-Монмарт (Нью-Джерси), лаборатории ядерной физики в Корнелльском

университете в Итаке (штат Нью-Йорк). В Корнелле он был участником строительства циклотрона. К 1950 году он приобрел достаточный опыт в области систем связи, включая радары; некоторые знания первых американских компьютеров и электронного оборудования циклотрона, а также знания уникальной организационной структуры лаборатории Белла. До 1944 года Сарант был членом американской компартии. Есть сведения, что он и Юлиус Розенберг принадлежали к одной и той же партиячке. Полагают, что в Корнелле он был создателем местных профсоюзов. Его сестра описывала его как в высшей степени идеалистического человека. Федеральное бюро расследований допрашивало Саранта летом 1950 года, сразу же после ареста Юлиуса Розенберга. Сарант, однако, не был арестован. После допроса он получил разрешение навестить родственников в Нью-Йорке. Здесь к нему присоединилась его приятельница, и 9 августа 1950 года, используя фальшивые документы, они пересекли американо-мексиканскую границу. После этого имя Саранта исчезло из публикаций. Пять лет спустя американский инженер Филипп Старос приехал в СССР из Чехословакии.

Я укажу здесь несколько моментов, которые позволили мне прийти к заключению, что американец Альфред Сарант и советский профессор Филипп Старос были одним и тем же лицом.

Когда я показал фотографию Альфреда Саранта, сделанную в 1945 году, которую получил от Электры Джейсон (сестры Саранта), профессору Филиппу Моррисону из Массачусетского технологического института (Бостон), то Моррисон легко узнал человека на фотографии — Альфреда Саранта, своего соседа по Итаке в 1947–1950 годах. Когда я показал ту же фотографию д-ру Эрику Фирдману, он тоже узнал человека на фотографии, но утверждал, что на фотографии изображен его начальник профессор Филипп Георгиевич Старос, американец, который приехал в Россию из Чехословакии в конце 1955 года.

По описанию Эрика Фирдмана, у Староса были курчавые черные волосы, коричневые глаза, рост примерно 170 см. Электра Джейсон дала точно такое же описание внешности своего брата Альфреда Саранта.

Имя Старос по звучанию греческое. И действительно, Филипп Старос утверждал, что он американец греческого происхождения. Интервью с его советскими коллегами включали утверждения, что он любил смотреть в СССР греческие фильмы. Его русское отчество — Георгиевич — указывает, что, возможно, имя его отца было Георгий. Электра Джейсон, с другой стороны, указывает, что имя отца Альфреда Саранта было Эпаминонда Георгий Сарантопулос. В Америке это имя было изменено на более краткое — Нонда Георгий Сарант. И отец, и мать, указывает она, были христиане греческого православного вероисповедания.

Каковы бы ни были причины, заставившие Саранта изменить имя и фамилию, мы можем утверждать, что американский инженер по фамилии Старос стал активным членом группы советских исследователей, работавших по военным программам. Советский ученый или инженер, выпускник советского вуза должен был получить допуск второй категории только для того, чтобы начать работать под руководством этого американского инженера. Способность создать обстановку, в которой специалист, получивший образование в Соединенных Штатах, смог бы продуктивно работать в Советском Союзе, является большим достижением советского руководства.

Вычислительные и управляющие машины, разработанные Филиппом Старосом, получили высокое признание как в СССР, так и на Западе. В 1964 году в журнале

„Советский Союз“ была описана управляющая машина УМ1-НХ. Весом 65 кг, потребляющая 100 Вт, состоявшая из восьми тысяч транзисторов и примерно десяти тысяч резисторов и конденсаторов, во время испытаний она проработала без сбоев в течение 250 часов. Эта же управляющая машина была описана и в американской литературе того периода. Разработчик машины был представлен публике советским журналом как тов. Филиппов. Только через пять лет, когда Старое получил Государственную премию, в советской прессе было объявлено, что именно он является разработчиком машины УМ1-НХ.

Только в этот момент стало ясно, что фамилия Филиппов является производной от имени Староса — Филипп.

Эрик Фирдман утверждает, что НХ формально означало „народное хозяйство“. Но среди узкого круга людей, близких Старосу, циркулировала шутка, что НХ означает „Никита Хрущев“, так что можно считать, что компьютер был назван в честь „доброего гения“ конструкторского бюро Староса. Хрущев не только активно поддерживал Староса, но даже лично посетил конструкторское бюро в начале 60-х годов.

Другая управляющая ЭВМ, разработанная Старосом, которая привлекла внимание на Западе, была „Электроника К-200“. Она весила примерно 120 кг и могла производить 40 тыс. операций в секунду. Авторы американского обзора об этой машине отметили, что „многие ее черты не считались бы слишком оригинальными на Западе, но появление таких особенностей в советской вычислительной машине крайне необычно. К-200 была первым компьютером советского производства, который можно считать хорошо разработанным и удивительно современным“. Подчеркивался также современный английский технический жаргон, сопровождавший описание машины. Конечно, все эти качества машины не так уж удивили бы авторов обзора, если бы они знали, что ее разработчиком является американский электронщик, который регулярно следил за американскими публикациями по этому предмету.

Что бы ни было источником его знаний, надо признать, что Старое смог добиться ряда выдающихся успехов во время своего пребывания в Советском Союзе.

Советский коллега Староса, ныне проживающий на Западе, указывает, что Старое первым в Советском Союзе привлек внимание к новой области компьютерной технологии, которую теперь называют там микроэлектроникой. Первый шаг в этом направлении был сделан в докладе Староса о микроэлектронике в ноябре 1958 года. На этом выступлении присутствовали основные разработчики и начальники конструкторских бюро, представлявшие всю советскую электронную промышленность.

В 1961 году был создан новый мощный Госкомитет, а затем, в 1965 году, Министерство электронной промышленности, возглавил которое Александр Шокин. Целью создания этого министерства было увеличение производства основных электронных компонентов, без которых невозможно производство радарного оборудования и вычислительных машин. На Министерство электронной промышленности возлагались большие надежды и оно заняло место среди так называемых „девяти сестер“ — девяти индустриальных министерств, которые более всего были вовлечены в военное производство. Это делало позицию Шокина очень сильной, но в то же время и уязвимой, так как он постоянно должен был демонстрировать быстрые практические результаты. Этот факт может объяснить, почему он столь охотно поддержал Староса в его планах. Поддерживая Староса в направлении расширения его конструкторского бюро, он в то же время невольно

содействовал тому, что Старое очень быстро ощутил пределы советской терпимости в отношении иностранцев. Самым опасным шагом, предпринятым Старосом, была разработка проекта создания Центра микроэлектроники в Зеленограде, который ныне является частью Москвы, своеобразной „кремниевой долиной“ под Москвой.

Из интервью: „Все развитие проекта по Центру микроэлектроники было предпринято у нас группой из 5 или 6 человек под руководством Староса. Наш проект не был результатом прожектерства. Он был очень детально продуман. Мы были молодыми людьми, энтузиастами, а Старое, со своей стороны, знал важных людей, пользовался большим авторитетом и имел разрешение от Хрущева действовать свободно.

Хрущев посетил наше бюро в 1962 году и своими глазами увидел, какие возможности открывает развитие микроэлектроники. В результате он поддержал решение о развитии Центра микроэлектроники.

Несколько решений, принятых совместно ЦК КПСС и Советом Министров СССР, были посвящены созданию Центра микроэлектроники. Все эти решения были секретны, они никогда не публиковались в советской прессе. Эти решения и сделали возможным создание Центра электроники в Зеленограде. Кроме того, были созданы конструкторские бюро в Риге, Минске, Ереване и Тбилиси. Моделью этого Центра были американские компании — такие, как Ай-Би-Эм, „Тексас Инструмент“ или „Рэйтеон“. Английский был родным языком нашего начальника. Он брал с собой американские журналы домой каждый день. Никто не решался просить у него приема, не проштудировав предварительно американскую научную литературу, которая относилась к теме дискуссии“.

Центр микроэлектроники должен был включать 6–7 исследовательских институтов, конструкторских бюро, учебный институт, известный ныне как Институт электронной техники, завод. Работа этого Центра должна была координироваться генеральным директором. Старое был назначен помощником генерального директора по науке, одновременно сохраняя должность главного конструктора своего бюро в Ленинграде. Эта-то ситуация и привела к неприятностям для Староса. С одной стороны, он должен был оставаться в Ленинграде, чтобы бороться с критикой местной партийной бюрократии, направленной против его конструкторского бюро. С другой стороны, Центр в Зеленограде начал развиваться так успешно, что советские коллеги Староса решили, что они и сами, без него могут справиться с разработкой Центра. К лету 1964 года Старое обнаружил, что находится под двойной атакой. Секретари Ленинградского обкома были очень недовольны тем, что директор важной исследовательской организации, работающей для военных, является практически иностранцем. Они, в особенности секретарь Ленинградского обкома Григорий Романов, возражали против кадровой политики Староса, который набирал на работу специалистов в основном только в соответствии с уровнем их знаний. Результатом его кадровой политики явилось возникновение политически „ненадежной“ группы очень сильных профессионалов внутри коллектива советских военных разработчиков. Среди этих профессионалов было много евреев и беспартийных. Чувствуя неблагоприятную обстановку в Ленинграде, Старос в то же время не мог не осознать, что шансы на переезд в Зеленоград становятся очень малыми.

Как и в 1950 году, Старое решил разрубить гордиев узел своей судьбы одним смелым ударом. Он написал личное письмо Хрущеву, излагая свои проблемы и жалуясь



на „отсутствие поддержки от министра электронной промышленности т. Шокина“. Письмо было получено концелярией Хрущева в начале октября 1964 года. К несчастью Староса, Хрущев через несколько дней был вынужден уйти в отставку, и письмо Староса попало в руки министра электронной промышленности. Его реакция была вполне предсказуемой. Есть информация, что во время беседы со Старосом Шокин сказал следующее „Филипп Георгиевич, мне кажется, что у вас возникла странная фантазия, будто вы являетесь создателем советской микроэлектроники. Это неправильно. Создателем советской микроэлектроники является Коммунистическая партия, и чем скорее вы осознаете этот факт, тем лучше будет для вас“.

Это означало, что Старос больше не мог играть независимой роли в Центре микроэлектроники в Зеленограде, который он создал.

Он был снят с поста заместителя директора Центра в 1965 году.

В дополнение к компьютерам, которые уже упоминались, к концепциям и организациям, созданным им, он также имеет значительные технические достижения, относящиеся к этому последнему периоду его активной карьеры. Он участвовал в создании первой советской ферритовой памяти, первой советской большой интегральной схемы, первого советского настольного компьютера и, наконец, первого советского малого компьютера для самолетов. В 1967 году Ф.Г. Старос защитил докторскую диссертацию.

В 1973 году конструкторское бюро Староса было закрыто, и последние годы своей жизни он провел во Владивостоке в Институте вычислительных машин Дальневосточного центра АН СССР.

Конечно, Старос продемонстрировал большие технические, политические и административные способности за годы жизни в Советском Союзе. Но будет также справедливо подчеркнуть, что и советские власти в основном отвечали ему взаимностью. Они создали для Староса условия, в которых он мог очень успешно работать в течение многих лет.

Эта несколько уникальная ситуация, возможно, является результатом того факта, что конструкторское бюро Староса принадлежало к центральной части советского военного комплекса, где достижение конкретных результатов в короткий промежуток времени, с использованием всех имеющихся ресурсов, являлось и все еще является основным требованием и критерием успеха».

К статье я хочу добавить рассказ, услышанный мной от В.С. Бурцева.

В конце 60-х годов его вызвал министр радиопромышленности Плешаков и сказал, что у Староса закончена разработка УМ1-НХ и председателем Государственной комиссии по приемке машины назначается он, Бурцев.

«Учти, — сказал министр, — Хрущев утверждает, что это замечательная машина, поэтому надо принять! Она нужна народному хозяйству!»

В самом начале работы комиссии Бурцев составил простейший тест и попросил его опробовать. Тест «не пошел». Приемку машины отложили на полгода. При повторной приемке УМ1-НХ стала перегреваться, горели элементы. Вновь надо дорабатывать схемы и конструктивы! И лишь на третий раз комиссия под председательством А.А. Дородницына дала положительное заключение. Так Бурцев помог Старосу оправдать доверие Хрущева, а позднее — получить Государственную премию за создание УМ1-НХ.

«Я не хочу этим высказать упрек Старосу, — сказал В.С. Бурцев, — коллектив у него был замечательный, под стать своему руководителю!»

**Что имеем — не храним...**

## Развитие компьютеростроения в СССР

Развитием промышленности по производству средств вычислительной техники правительство и руководящие органы СССР начали заниматься серьезно практически сразу же после окончания Великой Отечественной войны, считая эту задачу одной из основных для народного хозяйства. Это подтверждается тем, что поручения ЦК КПСС и СМ СССР по подготовке мероприятия, связанных с развитием вычислительной техники, были даны в период острой необходимости в капитальных вложениях для подъема разрушенного войной народного хозяйства и философской полемики о роли кибернетики.

Результатом выполнения этих поручений было постановление ЦК КПСС и СМ СССР 1948 года, предусматривавшее создание ИТМ и ВТ АН СССР и двух отраслевых организаций: НИИсчетмаш и СКБ-245, а также расширение существующей производственной базы и выделение необходимых для этого средств. Следует напомнить, что к началу 50-х годов в стране имелись только небольшие производственные мощности по выпуску счетных и счетно-перфорационных машин, электронная вычислительная техника только зарождалась, а производственные мощности по элементной базе для нее были близки к нулю.

Первые серьезные шаги по развитию производственной базы были сделаны практически в конце 50-х годов после успешного завершения работ по созданию первых в нашей стране промышленных образцов электронных вычислительных машин М-20, «Урал-1», «Минск-1», которые вместе с их полупроводниковыми наследниками (М-220, «Урал-11-14», «Минск-22 и -32»), созданными в 60-е годы, были основными в СССР, практически, до освоения в серийном производстве машин третьего поколения, т. е. до начала 70-х годов.

Основную нагрузку по выпуску этих машин приняли на себя коллективы Московского завода САМ, Пензенского завода ВЭМ, а также вступившие в строй в 1959 г. Казанский завод ЭВМ, Минский завод математических машин, Астраханский завод «Прогресс» и ряд других предприятий. В эти же годы была существенно расширена научно-исследовательская и конструкторская база: в 1955–56 гг. созданы НИИУВМ (Пенза) и НИИММ (Ереван); в 1958 г. — НИИ-250 (Пенза), а также конструкторские бюро на указанных выше заводах.

В результате принятых мер к концу 60-х годов были практически завершены все работы, связанные с созданием и освоением серийного производства полупроводниковых ЭВМ. Это позволило прекратить, начиная с 1964 г, производство машин первого поколения и с 1965 г. начать производство полупроводниковых машин «Урал-П», «Урал-14», «Минск-22», «Минск-23», «БЭСМ-4», «М-220», «Раздан-3» и др.

Необходимо отметить, что большая часть этого этапа развития вычислительной техники совпала с периодом существования в нашей стране региональных советов народного хозяйства (совнархозов), которые решали в основном производственные вопросы, и Государственного Комитета по радиоэлектронике СССР, который руководил всей научно-исследовательской деятельностью и имел в своем составе НИИ и КБ.

Такое разделение науки и производства по разным ведомствам безусловно не являлось лучшим решением проблемы, но оно имело и свои «плюсы» — практические

решения по оказанию предприятиям помощи в освоении серийного производства, т. е. по кооперации, принимались и осуществлялись более оперативно.

В 1965–66 гг. народное хозяйство страны было снова переведено на отраслевое управление, и все предприятия, НИИ и КБ вычислительной техники были переданы в состав двух министерств — Министерства радиопромышленности СССР (универсальные и специальные ЭВМ) и Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР (управляющие ЭВМ), что, безусловно, также было не лучшим решением проблемы.

Работа предприятия в новых условиях совпала с началом активной работы по созданию и подготовке производства ЭВМ третьего поколения (на интегральных схемах).

Трудности этого периода были связаны не только с решением научно-технических и технологических проблем (от архитектуры до элементной базы новых ЭВМ), но и с решением большого количества сложных проблем создания практически заново отрасли вычислительной техники, базирующейся на новой технологии, новом оборудовании, новой номенклатуре ранее не выпускавшихся средств, переходом на внутриотраслевую специализацию вместо распавшейся региональной. Освоение новых изделий во многих случаях шло одновременно со строительством самих заводов и обучением персонала (специалистов) и сопровождалось множеством других проблем.

Решить все эти проблемы необходимо было в крайне ограниченное время (3–5 лет) с увеличением выпуска ЭВМ более чем в три раза при существенном увеличении состава оборудования в каждой из ЭВМ. Реализовать эту задачу предполагалось за счет разработки и освоения в серийном производстве единого ряда программно совместимых вычислительных машин, построенных на единой конструктивно-технологической базе. Увеличение объемов производства достигалось за счет специализации производства и его лучшего технологического оснащения.

Сокращение сроков разработки предусматривалось как за счет использования (легального) опыта ведущих западных фирм на основе заключенных с ними соглашений, так и за счет привлечения к разработке и производству новых ЭВМ коллективов практически всех предприятий и организаций, ранее работавших над созданием «собственных» ЭВМ. Реализации этих задач и было посвящено постановление ЦК КПСС и СМ СССР № 1180/420, от 30 декабря 1967 г., в котором были сформулированы задачи и предусмотрены необходимые меры по обеспечению их выполнения материальными, производственными и финансовыми ресурсами.

Данное постановление явилось, по существу, постановлением о создании в стране отрасли вычислительной техники, т. к. охватывало решение всех проблем — от разработки и освоения производства материалов и элементной базы до обеспечения производства нового поколения ЭВМ и повышения эффективности его использования в народном хозяйстве. Постановлением было предусмотрено:

- увеличение мощностей по производству средств вычислительной техники с 304 млн. рублей в 1965 г. до 1000 млн. рублей в 1970 г. и до 3000 млн. в 1975 г.;
- рост выпуска средств вычислительной техники с 2470 млн. рублей в 1966–1970 гг. до 7500 млн. рублей в 1971–1975 гг.;
- увеличение выпуска ЭВМ с 5800 машин в 1966–70 гг. до 20000 машин в 1971–1975 гг.

Только по Министерству радиопромышленности СССР указанным постановлением было предусмотрено строительство 14 новых заводов и реконструкция 11 существующих с вводом в 1968–75 гг. 1630 тыс. кв. метров производственных площадей.

Аналогичное развитие было предусмотрено и по предприятиям Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления и Министерства электронной промышленности.

Кардинальные решения были приняты по развитию мощностей по производству элементной базы машин третьего поколения, практически «с нуля» до 65 млн. интегральных схем в год.

Оценивая сегодня указанное выше постановление, можно отметить, что это, безусловно, была «программа максимум». Она не была полностью выполнена, но безусловно способствовала тому, что в стране примерно вдвое выросли производственные мощности по выпуску средств вычислительной техники. Благодаря этому постановлению только на Украине в 1968–85 гг. были построены заводы по выпуску средств вычислительной техники в Киеве, Боярке, Каневе, Виннице, Каменец-Подольске, Одессе, существенно увеличены мощности заводов в Минске и Бресте, Казани и Кишиневе, построен завод ЭВМ во Фрунзе, сооружены производственные здания для НИИ и КБ.

Когда было принято решение о создании ЕС ЭВМ, то к разработке и производству машин РЯДа было привлечено около 100 организаций и предприятий, более 200 тыс. ученых, инженеров и техников, около 300 тыс. рабочих из Советского Союза, Болгарии, Венгрии, Чехословакии, Польши.

Во всяком — и в большом, и в малом деле, кроме постановлений, распоряжений и приказов необходимо участие людей, которые их выполняют, от которых и зависит в первую очередь успех дела.

В развитие компьютерной промышленности в бывшем СССР большой вклад внес Михаил Кириллович Сулим.

Именно поэтому я решил завершить книгу рассказом об этом человеке, с которым познакомился в бытность его заместителем министра радиопромышленности. В те годы он тесно сотрудничал с Глушковым, пытаясь общими усилиями отстоять отечественную линию развития вычислительной техники.

Встретившись с ним почти двадцать лет спустя, я был удивлен тем, что он почти не изменился.

Результатом нашей долгой беседы и ознакомления с документами, которые передал мне Сулим, стал его рассказ о жизни и деятельности, о становлении компьютерной промышленности СССР. Подготовить материал было трудно: Михаил Кириллович о себе говорил очень мало, стараясь не подчеркивать свои несомненные заслуги, кратко отвечал на мои вопросы. И тем не менее, чувствовалось, что прошлое его волнует, как, впрочем, и непростое настоящее.

## Крестный отец компьютерной промышленности



Директор Научно-исследовательского института счетного машиностроения (НИИсчсметмаш) Михаил Кириллович Сулим несмотря на свои 65 лет выглядит очень молодо. (Моя встреча с ним произошла в 1990 г.) Те, кто впервые знакомится с ним сейчас, вряд ли могут подумать, что он — из поколения восемнадцатилетних, большая часть которого не вернулась с полей сражений Великой Отечественной. Она началась, когда он учился в киевской школе с артиллерийским профилем обучения. Учащихся эвакуировали сначала в Днепропетровск, а в августе 1941 г. — в г. Илек Чкаловской области. В мае 1942 г. выпускников 10 класса направили в военное артиллерийское училище. В январе 1943 года восемнадцатилетний Сулим получил боевое крещение под Воронежем. На Курской дуге в жесточайших боях под Поньями молодой начальник разведки дивизиона армейского артполка 152-мм гаубиц отличился и был награжден орденом Отечественной войны I степени, И позднее не раз смотрел в глаза смерти, но уцелел. Вместе с артполком дошел до Берлина. Фронтовые невзгоды не погасили мысли об учебе.

После демобилизации поступил на электротехнический факультет Киевского политехнического института и в 1951 г. окончил его, получив диплом с отличием и направление в аспирантуру. Естественно, речь шла не о работе в области цифровой вычислительной техники. В КПИ в то время такая дисциплина не читалась и исследования по этому направлению не проводились, хотя в том же Киеве уже работала первая в континентальной Европе малая электронно-счетная машина МЭСМ. Работы велись закрыто, о них знал лишь очень узкий круг людей. И не стал бы Сулим заниматься вычислительной техникой, если бы не счастливый случай: из Москвы на распределение молодых специалистов приехал заместитель директора по научной работе НИИсчсметмаш. Он увлек молодого инженера рассказом о создаваемой в московском институте необычной технике, где в то время, тоже за закрытыми дверями, создавались ЭВМ «Стрела», «Урал-1» и др. Сулим настоял, чтобы его направили в СКБ-245, и в феврале 1952 года вместе с женой, которая окончила институт вместе с ним, появился в Москве. Стал работать в отделе, где проектировалась специализированная цифровая машина СЦМ-12. Долгое время квартиры не было, снимали комнату, где едва умещались кровать, стол и два стула.

Интерес к новой области науки и техники, возможность научного творчества компенсировали тяготы и неудобства жизни. На сон и отдых отводились считанные часы.

Через полтора года пришел опыт. Сулим стал основным разработчиком цифрового дифференциального анализатора — нового типа цифровых ЭВМ. Работа спорилась, коллектив разработчиков, руководимый им, сумел быстро изготовить и отладить макет новой машины. В это время руководителя отдела цифровых вычислительных машин Рамеева перевели в Пензу на предприятие, где должны были осваиваться в производстве и выпускаться ЭВМ «Урал-1» — родное детище Башира Искандаровича.

Сулима, успевшего зарекомендовать себя как инициативного, высококвалифицированного специалиста, назначили руководителем этого отдела. В нем работало 150 сотрудников, имелось свое КБ, макетные мастерские. Постановлением правительства перед НИИсчетмаш была поставлена ответственная задача создания совместно с ИТМ и ВТ АН СССР мощной (по тому времени) ЭВМ М-20. Главным конструктором машины был назначен академик С.А. Лебедев. Его заместителем — М.К. Сулим. Так жизнь свела молодого инженера с первосоздателем отечественной вычислительной техники. Работая рука об руку, Сулим многое перенял от выдающегося ученого и в свою очередь щедро отдавал выполнению его замыслов всю свою кипучую энергию.

Создание и выпуск первых 4-х образцов ЭВМ М-20 вместо ожидавшихся двух-трех лет заняли четыре года (с 1955-го по 1959 год). От ИТМ и ВТ АН СССР в работе активно участвовали основные отделы П.П. Головистикова, М.В. Тяпкина, В.Н. Лаута, А.С. Федорова. От СКБ-245 работу вел отдел М.К. Сулима (А.Ф. Кондрашев, А.И. Лазарев, А.А. Соловьев, М.С. Власов и др.). Работали очень дружно, напористо. Пример подавали руководители — Лебедев и Сулим, активно участвовавшие в отладке ЭВМ. Напряжение возрастало с каждым днем. Те, кто не знает, что такое отладка ЭВМ, содержащей многие тысячи электронных ламп, вряд ли поймут состояние разработчиков, выяснивших после многих месяцев круглосуточной отладки, что в принятые технические решения необходимо внести существенные изменения. В кратчайший срок была доработана элементная база машины и ее конструктивы, обеспечившие устойчивую синхронизацию элементов. Через полгода машина заработала, были успешно завершены ее испытания, и документация для серийного производства была передана на Московский завод САМ и Казанский завод ЭВМ.

В нескольких предложениях, конечно, невозможно передать те волнения и трудности, с которыми была сопряжена разработка одной из первых ЭВМ в нашей стране. Выручила молодость, или лучше сказать — энтузиазм молодости.

Всего три месяца М-20 была «чемпионом» мира по быстродействию. Такой была расплата за упущения в разработке элементной базы.

Вслед за ламповой М-20 последовали полупроводниковые с увеличенным объемом памяти ЭВМ М-220, М-222, совместимые по программному обеспечению с М-20. Главным конструктором этих машин был М.К. Сулим. Долгое время они выпускались промышленностью и использовались в ВЦ страны.

В 1959 году, когда были организованы совнархозы, тридцатипятилетний Сулим назначается главным инженером управления по вычислительной технике только что созданного Госкомитета по радиоэлектронике СССР. Через год он уже руководитель управления и член коллегии Госкомитета. Пять лет опекал НИИ и СКВ,



разрабатывавшие специализированную вычислительную технику, и курировал заводы, выпускавшие ЭВМ в различных городах страны, — Москве, Вильнюсе, Пензе, Киеве, Орле и др.

Когда в 1965 г. от совнархозов отказались и были восстановлены общесоюзные министерства — радиотехнической, электронной, электротехнической промышленности и др., М.К. Сулима вначале назначили руководителем главного управления по вычислительной технике и членом коллегии Министерства радиопромышленности СССР, а затем заместителем министра. Шесть лет, проведенных на высокой и очень ответственной государственной должности, были отданы без остатка развитию в стране мощной промышленности средств вычислительной техники.

При его непосредственном участии в 1967 году был подготовлен проект постановления СМ СССР, предусматривавший расширение и строительство более тридцати новых заводов в Минрадиопроме, Минэлектропроме и Минприборе для производства ЭВМ и их элементной базы, а также создание Научно-исследовательского центра вычислительной техники НИЦЭВТ и ряда других институтов.

Когда постановление было принято, началась практическая работа по его осуществлению. Почти все время Сулим проводил в командировках. В скором времени в стране появились новые заводы и были реконструированы старые. Его стараниями в Москве на базе СКБ-245 в кратчайшие сроки была развернута головная организация Минрадиопрома по вычислительной технике НИЦЭВТ, самая крупная в этой области в стране.

Вряд ли ожидал инициатор ее создания Сулим, чем это для него обернется. Директор НИЦЭВТ Крутовских, назначенный генеральным конструктором семейства ЭВМ третьего поколения (ЕС ЭВМ), не только не поддержал намерение Сулима кооперироваться в разработке и выпуске ЭВМ с фирмами Западной Европы, но, наоборот, стал ярым сторонником повторения американской системы IBM-360. В развернувшейся дискуссии о том, какой должна быть ЕС ЭВМ, Сулим и его сторонники потерпели поражение.

В этой книге уже рассказаны подробности дискуссии, тем не менее, узнать мнение человека, который находился в эпицентре борьбы, тоже важно. М.К. Сулим до сих пор переживает случившееся.

«Оценивая с позиций сегодняшнего дня Дискуссию о путях развития вычислительной техники в СССР в конце 60-х — начале 70-х годов, о которой много писалось в зарубежной печати (и, к сожалению, почти ничего в собственной), можно отметить, что из двух возможных путей развития мы выбрали не лучший, — написал он мне. — Являясь одним из инициаторов и горячих сторонников отечественного пути развития вычислительной техники и привлечения западноевропейских фирм к работам по новым поколениям ЭВМ, я и сегодня считаю, что он был единственно правильным, — мы получали реальную возможность в очень короткий срок выйти на мировой уровень по изделиям серийного производства и реальную базу для дальнейшего развития вычислительной техники совместно с ведущими европейскими фирмами.

События последних лет подтвердили правильность такого подхода. Больше того, наше желание приобщиться к „цивилизованному“ миру было бы уже подкреплено нашими практическими делами, — мы были бы уже в „цивилизованном“ обществе, интегрированными в мировую систему.

К большому сожалению, прошедшие 20 лет можно назвать годами „нереализованных возможностей“.

Сегодня мы пытаемся пробиться к „цивилизованному“ миру, но разница с тем периодом состоит в том, что тогда нас приглашали в качестве равноправного партнера, а сегодня пытаемся пробиться в него не всегда „цивилизованным“ способом, не имея за душой ничего, кроме желания быть „цивилизованными“.

В 1970 г. один из западногерманских институтов по исследованию рынка писал в своем обзоре о перспективах развития вычислительной техники в СССР примерно следующее: Советский Союз обладает огромным научно-техническим потенциалом, но плохо его использует; научно-технический прогресс в области вычислительной техники идет очень бурно; для обеспечения конкурентоспособности на мировом рынке необходимо вкладывать в эту отрасль большие капиталовложения; многим фирмам это не под силу.

Заключение соглашений ведущих европейских фирм с СССР о сотрудничестве с целью использования его потенциала будет способствовать техническому прогрессу европейских стран. Указывалось, что для этого потребуется дать советским специалистам современное оборудование, однако это не приведет к конкуренции в связи с множеством внутренних проблем в СССР по развитию собственного народного хозяйства в ближайшие 10 лет. Как видно из данного прогноза, все оправдалось — и интерес к СССР, и подписание соглашений, и желание дать и научить. Не оправдалась только надежда реализовать эти соглашения, а события последних лет привели к тому, что нет уже, к сожалению, огромного научно-технического потенциала и желания иностранных партнеров его использовать, хотя необходимость у нас в этом возросла во много раз. Сегодня еще можно исправить положение, „завтра“ будет поздно — остатки огромного потенциала будут уничтожены стихией».

М.К. Сулим, не согласившись с политикой министерства, оставил должность заместителя министра и был назначен директором НИИ Счетмаш. Работая здесь, он защитил кандидатскую и докторскую диссертации.

За двадцать лет работы в НИИ Счетмаш многое сделано. Но все это не то, о чем мечтал Михаил Кириллович...

## **Вместо эпилога**

Есть-таки пророки в своем Отечестве! Замечательные ученые Лебедев, Глушков, Брук, Рамеев, Матюхин, Карцев, Брусенцов, Акушский, Старос, Сулим — тому яркое подтверждение! В условиях командно-административной системы им не хватало одного — достаточного понимания и поддержки тех, кто волею случая и обстоятельств (и далеко не всегда за счет большого таланта) оказался в числе вершителей судеб науки и — технического прогресса.

Наступят ли новые времена, новый ренессанс в науке, технике, народном хозяйстве как когда-то, после Великой Отечественной?

К сожалению послать телеграмму или позвонить в XXI век и спросить об этом невозможно. Остается ждать, надеяться и делать все возможное для достижения этой цели!

## Нет ничего дороже...



Воспоминания, по утверждению Ф.М. Достоевского, самое дорогое для человека. И чем более они связаны с какими-то переломными моментами, требующими огромного напряжения сил и нервов, а то и трагическими событиями, тем они дороже. К такой мысли писатель пришел в конце своей жизни.

Вероятно, не случайно и В.М. Глушков в последние девять дней, когда еще был в сознании, продиктовал дочери свою исповедь. Мне думается, что по этой же причине так охотно делились со мной воспоминаниями Б.И. Рамеев, И.Я. Акушский, Н.П. Брусенцов и другие ветераны вычислительной техники. Судьба, не раз подвергая испытаниям словно хотела, чтобы и я убедился в справедливости мысли великого писателя.

В 1939 году меня, студента первого курса Ленинградского горного института, как, впрочем, и остальных моих сверстников, мечтавших о высшем образовании, что в то время ценилось выше всяких материальных благ, призвали в армию, поставив под вопрос заветную мечту. Через два года, когда ждал демобилизации и уже грезилось возвращение в институт, началась Великая Отечественная война... В первых рядах сражающихся оказалась молодежь — солдаты, сержанты, лейтенанты. Именно они находились в непосредственной близости к врагу и понесли невосполнимые потери. Я оказался в числе счастливых, оставшихся в живых, а старший брат-танкист — среди тех, память о которых хранят тысячи братских могил на полях бывших сражений... Ордена Отечественной войны I и II степени, снятые с его гимнастерки, несколько фотографий да письма с фронта хранятся как дорогие реликвии в нашей семье...

Ознакомившись с предыдущими главами читатель, вероятно, заметил, что я не забывал у всех моих героев отметить участие в войне и, надеюсь, правильно понял меня, — ведь в книге идет речь о первых послевоенных десятилетиях, о жизни и творчестве людей, так или иначе опаленных войной.

На мою долю досталась не самая тяжелая и не самая трагическая частица Великой войны, но для меня она самая близкая, навсегда осевшая в памяти, оставившая отметины на теле...

Пятьдесят послевоенных лет записали в моей памяти другие страницы, связанные с учебой, семьей, Национальной академией наук Украины, где прошел путь от аспиранта до члена-корреспондента НАН Украины. Первые два десятилетия (50-е и 60-е гг.) работал очень много, не жалея сил, времени, здоровья, получая огромное удовлетворение от результатов своего труда. Именно в эти годы появился первый опыт, создавалась первая в стране полупроводниковая управляющая машина «Днепр», был

организован ее серийный выпуск, разработаны и запущены в эксплуатацию многочисленные системы автоматизации технологических процессов, сложных экспериментов.

Третье десятилетие прошло спокойнее, хотя тоже приходилось «выкладываться». Помогали появившийся опыт, авторитет, завоеванный коллективом института за прошедшие годы. Последние же два десятилетия — они еще не закончились — сопряжены с разочарованием. Затраченная мной энергия, стремление сделать как можно больше полезного не соответствовали достигнутым результатам. Они могли быть значительно веселее, если бы не — многие возникшие в эти годы препятствия на пути научно-исследовательских разработок и, особенно, при передаче их результатов в промышленность.

Однако было бы несправедливо из-за трудностей последних лет чернить все прошедшее, что теперь стало почти нормой. История человеческого общества, в том числе история развития науки, должна быть максимально правдивой, поскольку это не только взгляд в прошлое, но и путеводитель в будущее, который необходимо хорошо изучить, понять причины взлетов и падений, чтобы найти верный путь дальнейшего развития.

С этой точки зрения годы славного, хотя и не простого становления и первоначального развития цифровой электронной вычислительной техники в СССР, биографии ее замечательных творцов должны стать неременной частью истории вычислительной техники.

Мне очень дорого то время, те люди, и я надеюсь, что они запомнились и читателям.

В начале книги я упомянул о том, что, находясь в больнице после инфаркта, попытался написать о себе, о самом главном, что сделано мною за послевоенные годы. Получилось нечто вроде «дневника», в котором я отмечал состояние здоровья, свои мысли и записывал то, что мог вспомнить о своем пути в науке, в том числе о годах создания и внедрения управляющей машины «Днепр».

Эту небольшую часть своего «дневника» я решил поместить в книге как еще один штрих, дополняющий ту часть «исповеди» В.М. Глушкова, где он рассказывает о «героическом периоде» становления Института кибернетики (тогда Вычислительного центра) НАН Украины. Итак...

*Сегодня — 21 ноября 1988 г. Последний день моего лечения в больнице. С 3-го сентября, когда случился инфаркт, прошло 2 месяца 18 дней. Завтра, 22-го, отправят в санаторий «Жовтень» под Киевом на реабилитацию.*

*День памятный: 47 лет назад на берегу Волги, недалеко от Калинина, меня ранило. Осколок попал в правое плечо, спереди, прошел совсем рядом с сонной артерией и выскочил, пробив правую лопатку. «Счастливы, молодой человек! — сказал мне врач в санбате. — Еще чуть-чуть — и сонная артерия была бы перерезана. Вас сюда не довели бы».*

*Когда случился инфаркт, врачи не были уверены в счастливом исходе. А если бы утром 3 сентября поехал на садовый участок — а уже собрался, несмотря на плохое самочувствие, — то, может быть, обратно вряд ли довели.*

*А в то время, о котором пишу свои воспоминания, я был полон сил, неумолимо стремления хоть что-то сделать в науке. И не ради какой-то корысти, будущих*

званий — об этом не думал. Вероятно, в человеческой природе заложено стремление деятельности — оно мной и руководило.

В конце лета 1956 г. мне позвонил Б.В. Гнеденко:

— Приезжайте ко мне на квартиру, хочу познакомить вас с новым заведующим лабораторией!

Он прислал за мной машину, и я быстро добрался из Феофании в Киев.

В кабинете Бориса Владимировича, директора Института математики АН Украины, в состав которого входила наша лаборатория, сидел молодой человек в очках. Борис Владимирович представил ему меня, тогда парторга лаборатории, и попросил отвезти нового заведующего — математика, доктора физ. мат. наук Виктора Михайловича Глушкова в лабораторию. Сам он был, очевидно, занят.

Приехали в обеденный перерыв. Зная, что в лаборатории пусто, я повел Виктора Михайловича на спортивную площадку. Там шло задорное волейбольное сражение. Мы постояли, посмотрели. Мне показалось, что Виктор Михайлович чувствовал себя стесненно. С кем-то я его знакомил, но с кем — уже не помню.

С первых дней его прихода активизировались научные семинары. В то время кибернетика только-только получила первое признание в стране, да и то не везде и не всеми. Еще можно было прочесть и услышать о том, что это — лженаука, претендующая заменить человеческий мозг машинным. Знаменитые книги Винера в Союзе еще не были известны. А когда появилась первая из них (в московском СКБ-245), она хранилась ~ в отделе секретных документов!

26.1.88. Сорок семь лет назад в этот день я оказался в Москве, в здании Тимирязевской сельхозакадемии. Там был госпиталь. После осмотра и перевязки меня поместили в маленькую комнатушку на восьмом этаже. Кроме моей, в ней стояла вторая койка, на которую вскоре привели и уложили красноармейца. Когда санитары ушли, солдат сел на кровать, снял нижнюю рубашку и стал — зубами щелкать вошь за вошью, — так мне вначале показалось. Он, видимо, был близорук и, чтобы разглядеть насекомое, подносил шов рубашки близко к лицу. А когда давил ногтями ненавистного паразита, лицо его искажалось, рот искривлялся, иногда слышалось какое-то бормотание. Был он немолод, небрит, волосы всклокочены, словом, прямо из пехотного окопа. Тогда я еще не знал, как мучают человека вши. Часть, с которой я начал войну, была кадровой. Зато потом, на Северо-Западном фронте, где нас все лето поедом ели вши, не раз вспоминал этого солдата.

Комната была на последнем этаже, какая-то нестандартная, и о нас — забыли. Только на второй или третий день пришли, накормили и отвели на посадку в машины, — формировался эшелон для отправки раненых в Тюмень. А предыдущий эшелон, как мне сказали, был отправлен в родное Иваново. Не повезло-

Но вернусь к своему рассказу.

Новый тонус работ в лаборатории сказался на работе партгруппы. Было решено составить письмо в ЦК КПУ, показы-, воющее, что работы в области вычислительной техники в Союзе и особенно в Украине развиваются значительно медленнее, чем в США, Англии, Франции, что на родине первой ЭВМ они вообще в зачаточном состоянии. «Положение с вычислительной техникой на Украине граничит с преступлением перед государством» — такой резкой фразой заканчивалось письмо. И это было правдой!

Письмо подписали члены партгруппы. В.М. нас поддержал, но сказал, что он не коммунист и письмо подписывать не будет.

Мы не рассчитывали, что наше обращение произведет такой эффект: письмо было размножено, разослано членам Политбюро ЦК КПУ, после чего состоялось его заседание с приглашением Глушкова, где был принят ряд важных решений, в том числе: организовать на базе лаборатории Вычислительный центр АН Украины, построить здание для него и жилой дом для сотрудников. Директором центра был назначен В.М. По его предложению меня назначили заместителем директора по научной части.

После одного из посещений отдела науки ЦК КПУ, где присутствовали Виктор Михайлович и я, он спросил, когда мы вышли из здания:

— Б.Н.! Вы могли бы дать мне рекомендацию в партию?

Я сказал, что, конечно, буду рад это сделать. В рекомендации написал все, что знал тогда о В.М. — талантлив, скромн, быстро завоевал авторитет в коллективе, горячо болеет за дело, за короткий срок сумел вдохнуть в коллектив новый творческий импульс.

Как-то, встретив меня чуть ли не в коридоре только что построенного здания ВЦ АН Украины (на его открытие приезжал Б.Е. Патон), В.М. сказал: — Надо разработать универсальную управляющую машину. Сейчас все увлекаются специализацией. Но проектировать ЭВМ долго, она к моменту создания устареет, а внести изменения в специализированную ЭВМ практически невозможно. Техника всегда возникает в универсальном варианте, а потом происходит специализация.

Буквально через несколько дней, увидев меня, спросил:

— Вы уже начали работу? Если мое предложение вам не нравится, я переговорю еще с кем-нибудь.

Я сказал, что согласен и обдумываю, как начать работу.

К 1958 году у меня уже накопился определенный опыт в создании полупроводниковых устройств ЭВМ и управляющих машин.

Под моим руководством в 1957–1958 гг. был разработан проект управляющей ЭВМ фронтового бомбардировщика для одной из киевских организаций. Математическую часть разработки вел молодой доктор наук Шаманский, весьма квалифицированный, предельно четкий и обязательный в работе. Я с ним неплохо сработался. Пришлось «специализироваться» в области навигационных задач, решаемых на борту бомбардировщика, особенностей работы бортовой РЛС, вопросов наведения на цель самолета-снаряда. Пишу об этом открыто, поскольку прошло почти 40 лет и эти сведения потеряли всякую секретность.

С работой справились в срок, сдали проект и макет машины с высокой оценкой.

В 1958 г. в ВЦ АН Украины, располагавшийся тогда еще в Феофании, пришло немало выпускников КПИ (это был тоже результат постановления ЦК КПУ), и технические отделы пополнились сильными, хорошо подготовленными инженерами, в том числе и мой отдел спецмашин.

Силами этих отделов и началась разработка УМШН — управляющей машины широко назначения, получившей впоследствии название «Днепр».

Поскольку приходилось больше всех заботиться об этой разработке, то к концу ее злые языки называли УМШН — «УМА-ЛИШН». Работы действительно было много и не всегда она клеилась. Через год или полтора пришлось взять весь объем работы под

свой жесткий контроль, что я и сделал, пользуясь возможностями заместителя директора. Затем я понял, что нужен проектно-конструкторский отдел, и уговорил В.М. создать его. В качестве заведующего «подвернулся» Ю.Т. Митулинский, человек с хорошими организационными способностями. Отдел был быстро развернут и приступил к конструированию машины.

Так создавалась кадровая база крупной по тем временам разработки.

И все же главными были и оставались вопросы: какой должна быть УМШН, принципы ее построения, основные параметры, структура и архитектура (как стали говорить позднее).

В.М., высказав идею и общие положения о том, что машину надо сделать так, чтобы она годилась для управления различными процессами, не стал более заниматься детальным рассмотрением вопроса, доверив это полностью мне.

Поскольку машина предназначалась для управления производственными процессами, пришлось заняться их изучением.

Помню, мне пришло в голову написать в различные научно-исследовательские организации, университеты, ряд промышленных организаций письма о том, что разрабатывается УМШН, что мы ищем сторонников создания такой машины, и те, кто видит возможности ее использования, согласен работать вместе с нами, может высказать требования к УМШН. Было разослано свыше 100 писем. Положительные ответы пришли от четырех организаций, в том числе от НИОХИМ (г. Харьков), остальные организации либо не ответили, либо прислали ничего не значащие отписки.

Мне пришлось засесть за книги с описанием измерительных приборов, регуляторов, сервомеханизмов, технологий. В то время никакой единой системы измерительной техники не существовало. В основном использовались стрелочные приборы. По положению стрелки или иного указателя на шкале можно было прочесть величину измеряемого параметра.

В управляющую машину данные о процессе надо было вводить автоматически, по ее командам. Встала проблема объединения ЭВМ с объектом управления. Именно в стенах нашего отдела спецмашин родилось тогда название устройства, призванного выполнять эти функции: УСО — устройство связи с объектом. Оно просуществовало до нашего времени, вошло в обиход, стало понятным всем, кто занимается техническими средствами управления.

Разработчикам УСО сразу стала очевидна необходимость стандартизации электрических сигналов на выходе измерительных приборов и на входе сервомеханизмов. Только в этом случае конструирование УСО со многими входами и выходами становилось возможным. Это заставило специалистов в области измерительной техники подумать о стандартном виде сигналов, снимаемых с датчиков. А их в то время существовали многие сотни типов. Бывая на конференциях, семинарах, посещая предприятия, я многократно обсуждал эти вопросы с теми, кто был близок к ним, чтобы составить представление о будущем УСО.

Что касается арифметической части и памяти, то в отношении принципов их построения все было ясно, однако возникало много технологических трудностей, поскольку надежных транзисторов еще не существовало, а ферритной памяти на миниатюрных сердечниках не было вовсе.

2 декабря 1988 г. Ферритный сердечник — деталь весьма надежная. Ферритные запоминающие устройства просуществовали более двух десятков лет. На смену



пришла полупроводниковая память. Запоминающее устройство УМШН на миниатюрных ферритных сердечниках было первым в стране.



*Человеческое сердце — не оксиферовый сердечник, не знающий износа, а участок живой ткани в организме. Как все живое, оно со временем изменяется, стареет. И не время, наверное, главный фактор износа, а те условия, в которых человек находится.*

*В начале 1942 года на медицинской комиссии в Тюменском госпитале № 3330, где я пролежал около двух месяцев после ранения под Калинином, меня, бегло осмотрев зажившие раны, спросили:*

*— На что жалуетесь?*

*— Да вот, сердце колотится!*

*А оно, не привыкшее к нагрузке после лежания (а тут пришлось идти по лестнице), гулко и часто стучало в грудной клетке и никак не унималось.*

*— У молодых это часто бывает. Следующий!*

*И отправили меня в маршевую роту, откуда попал в начале мая на болотный, запомнившийся проливными весенними дождями, злыми январскими морозами и почти непрерывным артиллерийским обстрелом Северо-Западный фронт.*

*Если бы только один снаряд за день пролетал, жутко свистя над моей головой, или рвался близко, и то их насчиталось бы 300 (за 300 дней). А были дни, когда от разорвавшихся снарядов сплошь чернела покрытая ранее снегом земля, а от могучего леса оставались жалкие обрубки! И каждый свист и разрыв отзывались напряжением моего сердца, а оно ведь не из бесчувственного феррита!*

*Сегодня меня второй раз не выпустили на контрольную дистанцию длиной всего 1300 метров. Не та кардиограмма, даже хуже, чем была, когда появился в санатории. Не справляется еще сердце с такой нагрузкой. А ведь когда-то справлялось с куда большей! Во время ночных маршей к Днепру (чтобы не заметил противник) проходили по 50–60 км — и ничего. Правда, помню, один пожилой солдат шел-шел и вдруг упал замертво — сердце не выдержало.*

*С болезнями сердца в санбат не обращались. Может быть, кто-то и пробовал, но я не решился. В феврале 1943 г. в боях под Старой Руссой стоило пройти 50–100 метров, как приходилось либо присесть на пенек, прислониться к дереву, либо просто посидеть на снегу. Под левую лопатку словно вонзалось шило — нестерпимо кололо. Когда останавливался, боль постепенно проходила. Красноармейцы, шедшие со мной, все это видели. Но ни мне, ни им даже не пришла в голову мысль о медсанбате. Вот если бы оторвало или прострелило ногу, руку или что-нибудь еще, тогда, другое дело. Свою сердечную боль я «переходил» ~.*

Учитывая приближение комплексной отладки УМШН, я постарался сконцентрировать все работы у себя в отделе. Конструирование и отладку УСО вел В.М. Египко, работавший в отделе и раньше (сейчас доктор наук), арифметическое устройство отлаживал В.С. Каленчук, запоминающее устройство вел вначале В.Т. Пшеничный, затем появился И.Д. Войтович (сейчас тоже доктор наук), они вдвоем дорабатывали его. Над структурной схемой всей машины вместе со мной работал А.Г. Кухарчук. Устройство управления вела Л.А. Корытная, устройство питания — Э.Г. Райчев.

Разработка устройств ввода-вывода задерживалась. В это время в наш ВЦ пришел справиться о возможности поступления на работу д.т.н. Б.Б. Тимофеев из Грузии. Глушкова не было, принимал его я и сразу предложил возглавить отдел устройств ввода-вывода, передал ему часть сотрудников своего отдела.

Все эти годы, связанные с разработкой УМШН, я пытался обосновать принципы ее построения и основные параметры, исходя из мест применения, которые наметил.

Слово «наметил» нельзя понимать в прямом смысле. Дело в том, что, когда о создании машины стало известно в стране, к нам в ВЦ АН Украины стали приезжать многочисленные посланцы из разных организаций для переговоров о ее поставке. Появилась возможность выбора. Однако этот вопрос не был простым. Во-первых, каждому «выбранному» потребителю надо было изготовить и поставить УМШН, вписать ее в схему технологического процесса. Я старался отобрать наиболее «подходящих» потребителей, на примере которых можно было доказать универсальность УМШН. Во-вторых, приходилось заботиться о том, чтобы машина попала в умелые руки, — мы добивались, чтобы заказчики присылали своих сотрудников для предварительного обучения. В-третьих, искали заказчиков, способных пойти на большой хоздоговор и поставить хотя бы часть транзисторов, диодов и другие радиодетали, необходимые для изготовления машин.

О широком внедрении УМШН можно было думать только при организации ее серийного производства. В то время в стране были совнархозы, многие сложные вопросы решались на месте, и мне повезло. Когда пришел к руководителю промышленного отдела Киевского совнархоза П.И. Кудину, рассказал об УМШН, ее применениях, многочисленных запросах и необходимости организовать серийное производство, он, подумав, назвал мне завод «Радиоприбор», где директором был М.З. Котляревский.

Идти к директору завода один я не решился, попросил Виктора Михайловича. Пошли вдвоем.

Котляревский, к нашей радости, без особых разговоров и пояснений согласился. Единственное, что его интересовало, — так это размеры машины. Поскольку завод выпускал осциллографы, то мы сравнили УМШН с ними, сказав, что машина в 5–6 раз больше осциллографа. Директора этот ответ удовлетворил. Сказал, что подготовит помещение, наберет монтажников и выделит, если понадобится, людей для доработки документации на машину. Мы ушли в восторженном состоянии, восхищаясь энергичным директором. Свою ошибку — сравнение УМШН с осциллографами — я понял позднее.

Передать машину в серийное производство можно было, доказав универсальность ее назначения, работоспособность и наличие документации для серийного выпуска.

Следовало подумать о Государственной комиссии, ее составе, председателе. А главное — быстрее заканчивать комплексную отладку. Основные объекты контроля и управления, на примере которых можно было показать возможности УМШН, уже были намечены: бессемеровский конвертор на Днепродзержинском металлургическом заводе; карбонизационная колонна на Славянском содовом заводе; участок плазовых работ на Судостроительном заводе имени 61 коммунара в Николаеве; класс для обучения курсантов в КВИРТУ (Киев).

На выбранных объектах развертывались работы по алгоритмизации процессов, привязке УМШН к объектам, шла подготовка кадров, часть из которых работала прямо в моем отделе, участвуя в отладке УМШН.

Бессемеровский конвертор был намечен по указанию Глушкова. Он побывал в Днепродзержинске с лекцией. Познакомился с заведующим кафедрой автоматики Днепродзержинского завода-втуза С.К. Гаргером. Тот вел работы по определению оптимального времени повалки конвертора. Фактически работа только начиналась, сам бессемеровский процесс отживал свой век, но Гаргер сумел увлечь В.М. идеей ускорения плавок, возможностью использования для этой цели ЭВМ, и Глушков воспламенился этой идеей. Он решил не ждать появления УМШН, а предложил провести повалку с применением ЭВМ «Киев», созданной у нас в ВЦ АН Украины. Для стыковки с датчиками на конверторе (а их было всего 2) было решено изготовить и установить в цеху регистрирующую цифровую установку РЦУ. Делать ее Глушков поручил А.И. Никитину (теперь доктор наук). Руководил этой работой сам, но просил, чтобы и я в ней участвовал.

Проведенный в 1958 году опыт не оправдал возлагавшихся на него надежд. Постоянно выходила из строя линия связи, отказывала ЭВМ «Киев», нарушалась работа РЦУ, не давали нужных показаний датчики. Для окончательной отладки алгоритма пришлось провести еще один опыт управления конвертором на расстоянии, когда заработала УМШН. Она оказалась надежнее «Киева», но линии связи и РЦУ по-прежнему подводили, едва не сорвав эксперимент. Надо было везти машину в Днепродзержинск и там, на месте, завершать обработку системы.

Вторым объектом была карбонизационная колонна на Славянском содовом заводе. Расстояние до него было вдвое больше, но я все же уговорил НИОХИМ провести опыт управления колонной на расстоянии. Соблазняло то, что этот институт имел точную алгоритмическую модель колонны и это могло способствовать успеху. Помимо этого сам завод не торопился покупать машину, и удача в опыте могла подтолкнуть решение этого вопроса.

Упрощенный алгоритм управления подготовил И.Л. Янович — весьма способный математик, работавший у меня в отделе. Опыт прошел удачно. От НИОХИМ и завода мы получили акт о том, что управление с помощью ЭВМ (была использована УМШН) дает эффект в несколько десятков тысяч рублей в год. Вопрос о покупке машины был сразу же решен.

Третьего потребителя УМШН мы не искали, он сам нашел нас.

В Киев приехал и обратился к нам некто Г.И. Мацкевич, работавший на Судостроительном заводе имени 61 коммунара в Николаеве. Человек с интересной судьбой. Во время Первой мировой войны он попал во Францию и жил там до 1954 года, затем вместе с семьей вернулся на родину. Работал в плазовом цехе завода, где готовят чертежи деталей корпуса судна для последующей вырезки из листов стали.

Увлёкся идеей экономии стальных листов путем применения оптимальной раскладки деталей корпуса на листе стали. Предложил свою идею как изобретение. Нас просил стать соисполнителями.

В моем отделе работал В.И. Скурихин. Я привлек его к работе с николаевским изобретателем. Выяснилось, что предлагаемое Мацкевичем, — малая толика того, что можно сделать на заводе с помощью ЭВМ. Так, например, плазовые работы, при которых требовалось вычертить судокорпусные детали на плазе — гладкой поверхности пола огромного зала, почти равного по размерам футбольному полю, можно было перенести в ЭВМ. Для этого потребовалась очень большая работа математиков. В составе группы Скурихина они были, и он взялся за эту работу. Я продолжал заниматься автоматизацией раскладки деталей на листе стали совместно с Машбиц и продолжал руководить работой в целом. Надо было позаботиться о том, чтобы на завод поступила УМШН в максимальной модификации, иначе ее возможностей не хватило бы для плазовых расчетов.



Во время первой поездки в Николаев выяснилось, что с заводом работает также Институт автоматики (Киев). Руководил работами к.т.н. Г.Л. Спыну. Задача состояла в том, чтобы изготовить газорезательный станок для вырезки судокорпусных деталей, работающий по программе, записанной на магнитную ленту. Эта задача «стыковалась» с нашими. Таким образом, появился замысел создать комплексную автоматизированную систему подготовки и вырезки судокорпусных деталей. Она получила название «Авангард» (по названию газорезательного

Работа по созданию класса обучения на базе ЭВМ в КВИРТУ готовилась без нашего участия. Там нашлись квалифицированные кадры, и от нас только ждали саму УМШН.

Надо сказать, что подготовка серийного выпуска УМШН потребовала огромного труда, настойчивости, преодоления разного рода трудностей.

Во-первых, признание необходимости универсальной управляющей машины не пришло само собой. В тот период все увлекались только машинами специализированными («Сталь-1», «Сталь-2», бортовые ЭВМ и др.). Помню, я подготовил статью «Управляющая машина широкого назначения». Из журнала «Автоматика и телемеханика», куда была послана статья, ее вернули, отметив, что вопрос не актуален. Это было, если не ошибаюсь, в 1958 году, когда в одном из американских журналов появилась статья о машине РВ-300, главным достоинством которой отмечалась ее универсальность.

В 1959 г. в Москве проводилось первое всесоюзное совещание по управляющим машинам. Прозвучал там и мой доклад об УМШН, которая уже начинала оживать.

Он вызвал многочисленные вопросы. Меня включили в комиссию по подготовке решения совещания. В проект включили фразу: «Одобрить разработку УМШН в АН УССР». На заключительное заседание комиссии явился начальник отдела вычислительной техники Госплана СССР Лоскутов. Я знал его по книге, посвященной различного рода РЦУ и специализированным ЭВМ (довольно примитивной). Держался он как царский вельможа. Услышав фразу об УМШН, сказал:

— Убрать, чтобы и духу не было. Эта машина делается ради похоти академиков и никому не нужна.

Фраза была вычеркнута.

Спорить с самовлюбленным человеком, облеченным огромной властью, было бесполезно-

5 декабря 1988 г. Сорок семь лет назад — кажется, прошла целая жизнь! — мы, раненые, лежавшие человек по десять в классных комнатах тюменской школы, услышали слова Левитана о наступлении наших войск под Москвой. Свершилось! Пришло долгожданное время, когда не враг бьет нас, а мы его. А впрочем, не мы — раненые, а те части Красной Армии, что в мороз и пургу идут вперед и вперед, вышибая фрицев из захваченных ранее городов, сел, деревень. Со мной в палате лежал пожилой солдат, который, как я узнал, был ранен под тем самым Калининским элеватором, под которым в октябре 1941 года был и я. С нашего наблюдательного пункта элеватор, в котором засели немцы, отлично просматривался, до него было метров 700–800. Окопы нашей пехоты находились между нами и элеватором, ближе к нему. Тогда еще не рыли траншей. Каждый боец, согласно уставу, должен был вырыть окоп и находиться в нем. Сидеть одному без всякой связи с другими в таком окопе было нелегко. Не случайно позднее стали сооружаться траншеи-хода сообщения, объединявшие многие окопы. С нашего НП были отлично видны бугорки земли перед каждым окопом. Непривычные к войне солдаты рыли окопы неглубокими. На элеваторе, на верхних этажах, засели немецкие снайперы. Стоило нашему бойцу чуть приподняться или высунуть голову, чтобы осмотреться, как гремел выстрел-

В каком из тех окопов находился мой старший товарищ по палате — не знаю. Относился он ко мне по-отечески.

5-го декабря, когда все оживленно обсуждали сводку Информбюро, я подошел к нему и поделился мучившей меня мыслью:

— Вот лежу здесь и в наступлении не участвую. Обидно. Он ласково посмотрел на меня и сказал:

— Дурачок, ведь кому-то и жить надо! Вот ты моложе, значит уже лучше меня! Возьми-ка мою бритву да сними усы — их уже брить пора!

Сколько раз я убеждался в замечательных душевных качествах простых людей!

Впрочем, я отвлекся. Против УМШН тоже шла война, только бескровная. С одной стороны — бюрократическая, с другой — от нежелания понять и поддержать прогрессивную разработку. Да и работать приходилось по-фронтовому, — затягивающуюся комплексную отладку вели круглосуточно.

Я приходил на работу к восьми утра, час-полтора занимался замдиректорскими делами — читал, составлял и подписывал разные «бумаги», остальные дневные часы уходили на организацию дел по УМШН. Возвращался домой не раньше двенадцати ночи. Перед уходом опять просматривал накопившуюся почту. И так каждый день, за

исключением командировок, на протяжении всех трех с лишним лет, пока создавалась УМШН.

Очень трудно было работать с заводчанами.

Когда получили с завода первую изготовленную там машину, нас обьял ужас. Это было скопище деталей — и только. Все многочисленные паянные соединения — а их было более 100 тысяч, — были выполнены самым отвратительным образом и постоянно отказывали. Контакты в разъемах — а их было тоже немало (около 30 тысяч) — постоянно нарушались. Отладить такую машину было просто невозможно. Что же выяснилось после посещения цеха, где собирали УМШН?

Директор завода, услышав лишь то, что машина в 6 раз больше осциллографа, набрал мальчишек и речонок, только что окончивших школу, посадил их на рабочие места во вновь оборудованном помещении, вооружил паяльниками, и вот они-то и начали «паять» элементы машины (пайки волной еще не было) и ломать разъемы неосторожным обращением.

Поскольку срок установки первой УМШН в бессемеровском цехе приближался, пришлось перепаять практически всю машину, заменить многие разъемы, и тогда отладка пошла.

Помню, в те тяжелые дни я собрал всех, кто мог помочь, и сказал:

— Понимаю, что работа очень нелегкая. Но на фронте было тяжелее. Поверьте мне: вы же не хуже фронтовиков!

Я обращался к молодым — большинству было 23–25 лет; мне исполнилось 35, я был на 10 лет старше, плюс — участие в войне, добавившее ответственности и самостоятельности, да два довоенных года службы в армии.

Мои слова возымели действие: сотрудники работали не щадя сил (А.Г. Кухарчук, В.С. Каленчук, Л.А. Корытная, Пшеничный, И.Д. Войтович и др.).

Принимать машину приехала Госкомиссия во главе с академиком А.А. Дородницыным, в нее были включены и представители завода.

Начался прогон машины на время, затем испытания на нагрев, на работоспособность при замене элементов, решались задачи, предложенные членами комиссии, постоянно шли тесты на исправность устройств и машины в целом. Испытания велись днем и ночью в течение недели. Заводчане устроили настоящий заговор при приемке документации. Хотя последняя готовилась при участии заводских конструкторов, представитель завода Л.П. Пасиков написал особое мнение о том, что часть документов надо переделать.

Комиссия приняла УМШН с высокой оценкой, отметила, что это первая в Союзе полупроводниковая управляющая машина и что необходимо провести через год ее второе испытание непосредственно на местах применений.



*Рекомендация для серийного производства была дана. Тем не менее дела с изготовлением первых образцов УМШН на заводе шли из рук вон плохо. Технология изготовления по-прежнему оставалась весьма несовершенной. К нашим требованиям и советам заводчане относились спустя рукава.*

*Лет через пять после этого тяжелейшего года, когда нам приходилось почти постоянно бывать в цехе завода, где шло изготовление УМШН, я, приехав из Швеции, где делал доклад на симпозиуме ИФАК-ИФИП по применению ЭВМ для управления в промышленности, встретил главного технолога завода той поры — В.А. Згурского (позднее он стал директором завода, а затем мэром Киева).*

*Он спросил меня:*

*— Б.Н., что это вы грустный такой?*

*— В США и Англии вычислительную технику внедряют уже те, кому она нужна, а у нас — я махнул рукой.*

*— Должен вам покаяться, — сказал Валентин Арсентьевич, — когда вы передали УМШН на завод для серийного выпуска — я делал все возможное, чтобы она не пошла!*

*— А теперь готов встать перед вами на колени, — продолжал он, — чтобы просить помочь установить УМШН в гальваническом цехе и создать на ее базе систему управления гальваническими автоматами. Я понял, что это очень перспективно!*

*Помню, что его просьбе я чрезвычайно обрадовался: значит, наши потребители вычислительной техники осознали ее возможности, а раз так — все пойдет на лад и у нас, а не только в США, Англии и других развитых капиталистических странах!*

*После этой встречи с бывшим главным технологом стало ясно, почему «внедрение» в серийное производство УМШН шло с таким трудом!*

*По наивности я еще продолжал думать, что все новое, прогрессивное должно сразу же находить поддержку, что о сопротивлении техническому прогрессу пишут только в книгах.*

*Наконец-то были изготовлены, отлажены те образцы УМШН, которые надо было ставить на промышленных объектах, чтобы на местах применений доказать их работоспособность и универсальность.*

*Эти образцы покупались в полуотлаженном виде, комплексная отладка выполнялась разработчиками моего отдела с привлечением сотрудников предприятий, куда поставлялись машины.*

*На предприятиях полным ходом шла подготовка к использованию УМШН. Мне все же удалось добиться быстрого и качественного разворота работ.*

Пришлось сделать перерыв в записях — вызвали на тренировочную ходьбу. Вернулся с маленькой, но очень важной «победой», — после двух неудачных попыток в предыдущие дни сегодня я нормально прошел 1300 метров и теперь могу каждый следующий день добавлять еще по 50. Перед началом ходьбы пульс был 100, в конце — 85. Давление — 120/80. Впереди — дальнейшая отладка моего человеческого механизма.

С отладкой УМШН мы справились. Машины выполнялись по хоздоговорам с предприятиями как часть намечаемых систем. Но вот в оценке расходов крепко просчитались. Точнее — не ожидали, что завод выставит такую высокую цену за изготовление машин. Хоздоговорных средств для оплаты всех образцов не хватило. Завод требовал выполнения обязательств, отправил сердитое письмо в Академию наук и горком партии о том, что мы поставили производство в тяжелое положение, грозился прекратить выпуск новой серии для новых заказчиков, которых уже было предостаточно.

Что было делать? В.М. стоял в стороне, — договоры заключал не он, а я.

Выход все же был найден. В отделе уже год работал некто Е.Е. Джунковский. До этого он работал в финансовом отделе Госплана УССР. Сейчас уже не помню, ему или мне пришла в голову мысль пригласить к нам и рассказать про УМШН, ее применения начальнику финансового отдела Госплана. Тот согласился и оказался человеком очень разумным, а, может, покорила наш молодой энтузиазм, — так или иначе, было вынесено решение Совмина Украины дать нам для выполнения работ один миллион рублей!

Были спасены и дело, и лично я, потому что в противном случае погибло бы любимое детище, в которое вложил столько сил!

Началась кропотливая, как правило, круглосуточная работа на местах установки УМШН. В Днепродзержинске собрался неплохой коллектив во главе с инженером М.А. Трубициным. Немного позднее был принят на работу В.П. Боюн, имевший практические навыки отладки радиоаппаратуры, полученные в армии (сейчас он мой заместитель по отделу, подготовил докторскую диссертацию).

Продолжали работу К.С. Гаргер и его группа, а также, с нашей стороны, А.И. Никитин, готовившие измерительные приборы и алгоритм управления повалкой конвертора.

На Николаевском судостроительном заводе большую работу проводили В.И. Скурихин и его группа (В.Г. Тюпа, Ю.И. Опрыско и др.). Продолжала мучиться над алгоритмом раскладки Г.Я. Машибиц, машину отлаживал Ю.Л. Соколовский с помощниками. Дирекция завода, в отличие от предприятия в Днепродзержинске, всеми силами старалась поддержать работу, активно подключала своих сотрудников к переходу от вычерчивания деталей корпуса судна на плазе к расчету контуров деталей на ЭВМ с выдачей перфоленты для станка с программным управлением «Авангард».

На Славянском содовом заводе совместно с технологами НИОХИМ работал мой аспирант В.И. Грубое.

Учитывая, что к этому времени отдел взял на себя еще ряд работ, сил наших явно не хватало. Нередко дела шли по пословице: «нос вытащил, хвост увяз» и тд.

Из новых интересных работ следует упомянуть создаваемую в Подлипках под Москвой, в организации, где работал С.П. Королев, систему автоматизации процессов измерения при продувке изделий в аэродинамических трубах. Аналогичная работа развертывалась в ЦАГИ, но без нашего участия. Руководитель ее А.Д. Смирнов



рассчитывал создать систему силами своего отдела, от нас требовалась лишь поставка УМШН.

Позднее, когда машина пошла в серию, предложения о проведении совместных работ посыпались, как из рога изобилия. Однако нам приходилось ограничиваться советами, консультациями. Кроме того, я организовал семинар по управляющим машинам и системам, который вскоре приобрел значение всесоюзного, пользовался очень большой популярностью — на него съезжались представители десятков городов, сотен организаций. Как результат работы семинара появился журнал «Управляющие системы и машины».

Наступил черед нового — последнего испытания УМШН, непосредственно на местах пользования. Приемку проводила та же Государственная комиссия под председательством академика Дородницына. Он предложил ознакомиться и испытать две системы — в Днепродзержинске и Николаеве. Подробностей поездок и испытаний не помню. Они прошли весьма успешно. Запомнилось одно важное обстоятельство. При встрече комиссии с директором на металлургическом заводе в Днепродзержинске директор не проявил абсолютно никакого интереса к сдаваемой системе. Ему было совершенно неинтересно слушать слова Дородницына о возможности развития работ по использованию управляющих машин на заводе. Он зевал, ежился, всем видом давая понять, что все это заводу абсолютно ни к чему и он едва терпит навязчивого академика.

В Николаеве все было наоборот. Главный инженер предприятия Иванов не оставлял комиссию ни на минуту. С гордостью показывал, что сделано и какую большую пользу принесло заводу использование ЭВМ. Четко обрисовал перспективу, которая буквально завораживала.

Помню, тогда мне подумалось: вот почему работы в Днепродзержинске развертывались с таким трудом, а в Николаеве шли, как по маслу. И впоследствии это очень сказывалось. В Николаеве вскоре был создан мощный ВЦ Министерства судостроения, который стал обеспечивать судостроительные заводы отрасли, расположенные на Украине. В Днепродзержинске в целом ряде цехов (доменный, прокатный и др.) ставились ЭВМ, создавались системы, но развертывались они медленно и работали плохо.

Что касается системы управления повалкой бессемеровского конвертора, то ее печальная судьба была предрешена с самого начала. Дело в том, что система давала эффект лишь на единичной повалке. Действительно, экономились 1–3 минуты. Казалось бы, если вся плавка (продувка) в конверторе занимает пятнадцать минут, можно увеличить количество стали, выплавленной за смену. Но не тут-то было. Бессемеровский процесс в этом цехе запускал еще известный металлург Грум Гржимайло. И с тех пор цех практически не реконструировался. При мне не раз мастера говорили, что если бы основатель цеха увидел, что делается в нем сейчас, он перевернулся бы в гробу... Часто, после опрокидывания конвертора и слива стали, новый цикл по самым разным причинам задерживался. Анализ стали на содержание углерода проводился дедовским способом, занимавшим много времени, что также удлиняло время плавки, т. к. при избытке углерода приходилось делать «додувку». Датчики, разработанные К.С. Гаргером, не всегда показывали точное содержание углерода в стали.

8 бессемеровском цехе УМШН работала несколько лет. Были усовершенствованы датчики, алгоритмы, но неупорядоченность и запущенность технологического процесса не позволили получить должного эффекта. В дальнейшем, по моим сведениям, цех был кардинально реконструирован. Положительной стороной работы было то, что мы, разработчики вычислительной техники, почувствовали — для цеховых условий нужны очень надежные машины. Следует отметить и то, что на заводе появились специалисты по обслуживанию вычислительной техники, что способствовало развитию работ по ее применению в других цехах завода.

9 декабря 1988 г. Вспоминаю декабрь 1942 года, когда в составе 55-й стрелковой дивизии находился под Горбами. Так называлась деревня, которой не было — ее сравняла с землей война. Стояли жуткие 30–40-градусные морозы. Нашу дивизию бросили в прорыв на «горле» полуокруженной 16-й немецкой армии, чтобы вместе с другими частями перерезать «Рамушевский коридор» и окружить фрицев. Немцы использовали против нас всю находившуюся в полукольце артиллерию, которая могла достать до Горбов. После налетов земля чернела, словно снег с полей снимали могучим скребком. Стоило нашей батарее открыть огонь, как почти сразу шел ответный. Для орудий рыли глубокие окопы в земле, накрывали двойным, тройным накатом из бревен. На передовой было еще тяжелее — мерзлая земля не поддавалась солдатской лопатке, да и как рыть, когда весь на виду, лес почти сметен ураганным огнем.

Вчера мне врачи сказали — при морозе больше десяти градусов на улицу не выходить, возможен спазм сосудов, тогда не сдобровать. А в те дни под Горбами мои сосуды да и сердце выдержали не тальке лютый мороз — укрытия от него не было, разве что на 2–3 часа «в землянку заберешься, — но и тот адский обстрел, который всем, кто жив остался, — запомнился навсегда.

И мороз и обстрел запомнили, наверно, и сердце и сосуды. Вот и отдаю долги.

В обычные дни не всегда понимаешь, как относятся к тебе окружающие, — что-то на виду, что-то внутри, наружу не прорывается. В нашей семье не принято словесное изъяснение любви друг к другу. Разве что в праздники хочется сказать „пару теплых слов“, выразить свое отношение к близким людям. Слова заменяются делами, — я помогаю жене, она мне, мы оба — детям и внукам, они — нам.

В дни болезни я со всей очевидностью прочувствовал, как велика любовь и забота обо мне со стороны жены и детей.

В моем положении это прибавляет сил, успокаивает.

О развертывании работ на судостроительном заводе в Николаеве я уже писал. Большая заслуга в этом принадлежит В.И. Скурихину и Ю.И. Опрыско. Последний стал жителем Николаева, возглавил организованный там ВЦ Министерства судостроения.

На Славянском содовом заводе дела шли с переменным успехом. В итоге НИОХИМ перевел УМШН в режим цифрового регулятора. Мой аспирант Грубое, приехав из Славянска, сказал мне:

— Ходил по заводу и оглядывался, как бы кто камнем в спину не запустил (он был участником работ с НИОХИМ). Карбоко-лонна теперь управляется машиной, аппаратикам нечего делать, остались без работы, вот и злятся.

В Подлипках система автоматизации испытаний в аэродинамической трубе была создана достаточно быстро и работала эффективно. Через два или три года она

была существенно модернизирована. От нас участвовали В. Египко, А. Мизернюк и др., от Подлипок\* — Л. Прошлецов и др.

Перед новым 1960-м годом В.М., вернувшись из Москвы, где встречался со своим бывшим руководителем по докторской диссертации А.Г. Курошем, очень удивил меня, предложив стать... директором вместо него:



— Курош сказал, что я разбрасываюсь, вместо того, чтобы сосредоточиться на одном научном направлении, где я действительно могу многое сделать. Но для этого мне надо освободиться от организационных вопросов и все свободное время посвящать работе...

Я ответил, что не могу принять это предложение, но всю организационную работу возьму на себя. Последствия своего решения я почувствовал через год.

— Б.Н., меня спрашивают, — сказал В.М., — кто у нас директор?

Я не стал напоминать о взятом мной обязательстве и ответил, что в таком случае прошу освободить меня от обязанностей заместителя директора, что мне вполне достаточно должности руководителя отдела-

(Года за три до смерти В.М. удивил меня еще раз. Предложив мне выдвигаться в действительные члены академии, он добавил:

— Вообще-то мало найдется директоров, имеющих смелость и мужество поддерживать своих соперников!

Помню, я даже растерялся, услышав такое странное признание, потом невольно рассмеялся, что-то сказал и постарался побыстрее уйти из кабинета Виктора Михайловича. Если и была у нас в чем-то схожесть, так это в датах рождения. Оба появились на свет 24 августа, я на два года раньше — в 1921 году).

15 декабря 1988 г. Сегодня придет Коля и увезет меня домой после 106 дней лечения. Так надолго я еще ни разу не отлучался от дома и семьи,

45 лет назад в этот день погиб Лева — Лев Николаевич Малиновский, мой старший брат. Он был танкистом, командиром Т-34. Это — страшная на войне должность. Пожалуй, самая тяжелая. Танки шли впереди. Их бомбила авиация, подбивали орудия, увечили противотанковые мины. Потери у танкистов в дни больших боев были больше, чем в пехоте. Часто они гибли заживо сожженные прямо в танке — выбраться из мгновенно охваченной огнем машины помогало только чудо.

От каждого выстрела танковой пушки пространство внутри танка заполнялось пороховой гарью. От удара болванок по броне ее внутреннее покрытие откалывалось и осколки поражали экипаж. Звуки выстрелов били молотом по голове.

Родители сообщили мне о похоронке на Леву через 4 месяца.

„Незаживающая рана кровоточит“ — писал отец мне на фронт. У меня она кровоточит до сих пор. Я очень любил брата — он был весь в отца: почти 2-метрового роста, добрый до бесконечности, мастер на все руки. Сколько раз защищал он меня в мальчишестве, когда дело доходило до драки. Погиб, прожив 24 года и 13 дней. Говорят, дети, похожие на отцов — несчастливы. Так и получилось. Во мне больше материнских черт. Отцовские проступают сейчас, со временем.

Отец и мать любили и берегли друг друга, очень любили нас, детей. Судьба обошлась с ними жестоко. Первенец Костя умер от скарлатины, не прожив 2-х лет. Следующий сын — Лева — погиб на войне. Елена, родившаяся после меня, окончившая институт в тяжелые годы войны, защитившая через несколько лет кандидатскую диссертацию, умерла мученической смертью на руках у матери в феврале 1958 года от саркомы грудины. Жизнь ушла из нее за месяц. Сохранилась тетрадь, где она писала то, что хотела сказать папе, маме, мне. Говорить не могла.

Помню, когда узнал, что Лева погиб, — подумал: „Вот меня убьет, и прекратится род Малиновских“. Отец с матерью об этом, а точнее, обо мне в те военные годы тоже много думали, переживали. В то же время отец (еще до гибели Левы) очень гордился тем, что Леву наградили, намекал в письмах, что мне пора бы занять орден. А ведь если бы наша семья в 1936 году не переехала из Родников в Иваново, судьба отца и наша могла круто измениться: многих учителей — товарищей отца по Родниковской школе — в 1937-м арестовали, сослали, расстреляли. Был ли его переезд в Иваново сознательным шагом? Не думаю. Просто он думал о нас, детях, которым вскоре надо было поступать в институт. В Родниках, кроме школ, учебных заведений не было. В Иваново его спасла случайная встреча со своим бывшим учеником. За год до смерти он рассказал мне, что сразу после переезда его вызвали в КГБ. Человек, к которому он пришел, посмотрев на него, спросил: „Николай Васильевич, это вы?“ — и тихо добавил: „Идите домой и никому не говорите, что были у меня!“. Бывший ученик имел мужество спасти своего учителя!

15 февраля 1989 г. Уже два месяца я дома и не веду записей. Привыкаю к человеческой жизни — дома, на улице, на работе. Процесс восстановления очень медленный. „Нужна строжайшая постепенность“, — сказал мне встретившийся на улице Амосов. Не так просто противостоять слабости тела. Иногда становилось противно до предела. Казалось — уже и не выкарабкаюсь. Помогли жена, дети — своей верой в меня, своей любовью, внимательным отношением. Радовали письма однополчан, — все они как один писали: держись, не сдавайся, ты же можешь взять себя в руки, побороть болезнь. Когда стал появляться на работе — тоже почувствовал поддержку, понимание, стремление всемерно помочь. Выходит, надо поправляться во что бы то ни стало!

Дела с серийным выпуском УМШН после приемки ее Госкомиссией пошли на поправку. Директор завода Котляревский принял все меры к тому, чтобы технология изготовления улучшилась. Цех заработал в полную силу. Потребители брали машины нарасхват. Выступая на городском партийном активе, который вела секретарь КПУ(б) О.И. Иващенко, Глушков красочно рассказал о том, что может дать вычислительная техника промышленности, и посетовал, что УМШН выпускаются малым количеством. Это было услышано. В период совнархозов решать хозяйственные вопросы республике было легче. Котляревскому было дано задание построить завод вычислительной управляющей техники (ВУМ). Беспрецедентная энергия этого

человека сделала свое дело: за короткий срок (3 года) завод был построен и стал выпускать „Днепры“. Так „окрестила“ Ольга Ильинична нашу УМШН».

...Сделаю к «выписке» из своего «дневника» небольшое добавление.

В середине 1962 г. Глушков предложил мне подготовить диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук по совокупности выполненных и опубликованных работ. Я решил дополнить помещенные в различных журналах статьи книгой. Она вышла через год под названием «Управляющие машины и автоматизация производства» (Москва, 1963 г). Защита состоялась в январе 1964 г.

Из стенограммы заседания совета:

«Председатель: Слово предоставляется академику Глушкову Виктору Михайловичу.

Академик Глушков: Здесь в отзыве проф. Темникова подчеркивалась моя заслуга в разработке машины. Поэтому я хочу прежде всего сказать, что, хотя формально мы вдвоем с Борисом Николаевичем руководили этой темой, но фактически девять десятых (если не больше) работы, особенно на заключительном этапе, выполнено Борисом Николаевичем. Поэтому все то хорошее, что здесь говорится в адрес машины УМШН, можно с полным правом приписать прежде всего ему.

... Кибернетика начинается там, где кончаются разговоры и начинается дело.

... В этом смысле работа Б.Н. Малиновского в очень большой степени способствует тому, чтобы кибернетика действительно стала на службу нашему народному хозяйству, на службу нашему народу.

Недаром мы здесь заслушали 43 отзыва организаций. Люди в самых разных концах страны интересуются этой работой, используют так или иначе эти идеи, саму машину.

Работа эта имеет еще то значение, что она вызвала к жизни очень большое количество новых разработок. В 1957 году, когда разработка начиналась, было очень много скепсиса по этому поводу. Всегда даже очень хорошую идею вначале легко погубить, — а скептиков было хоть отбавляй.

... То, что довели все-таки дело до конца и внедрили машину в производство, — это очень большая заслуга.

... В самом начале, когда такая разработка была предпринята, говорили, что тут сравнительно небольшой коллектив, не имевший — за небольшим исключением — опыта в проектировании электронных вычислительных машин, и он просто не способен справиться с такой задачей. Указывали на примеры различных организаций, где созданием машин занимались коллективы в полторы-две тысячи человек, где имелись мощные подсобные предприятия и т. д. И тем не менее эта работа была выполнена сравнительно маленьким коллективом.

Если бы здесь присваивалось звание не только доктора технических наук, а, скажем, Героя Социалистического труда, за это можно было бы смело голосовать, потому что лишь при крайнем напряжении сил можно выполнить такой огромный объем работы. Чтобы люди, далекие от вычислительной техники, могли себе это представить, можно сказать, что одних чертежей больше по весу, чем весит сама машина. Это колоссальный объем работы. Из этого материала можно было бы выкроить еще не одну докторскую и кандидатскую диссертации.

И я думаю, что выражу общее впечатление, если в заключение скажу: вне всякого сомнения, такая работа, как эта, огромная по своему народнохозяйственному значению, важная и очень глубокая по своему научному уровню и вместе с тем потребовавшая

действительно колоссальных усилий и напряжения, заслуживает самой высокой оценки во всех отношениях, в частности — присуждения ее автору и руководителю ученой степени доктора технических наук».

Стенограмма, прочитанная через 30 лет, напомнила мне прошлое, такое далекое, но и такое близкое, дорогое, памятное.

По предложению В.М. Глушкова коллектив сотрудников, участвовавших в создании «Днепра» был представлен Институтом кибернетики АН Украины к Ленинской премии (В.М. Глушков, Б.Н. Малиновский, Г.А. Михайлов, Г. Кухарчук и др.). Одновременно на Ленинскую премию был выдвинут цикл работ по теории цифровых автоматов Глушкова. Ленинская премия была присуждена В.М. Глушкову (1964 год). Комитет учел то, что кандидатура Глушкова была представлена по двум работам. Мы тепло поздравили Виктора Михайловича — ведь это была первая высокая награда в нашем институте.

Через год, учитывая накопившийся опыт использования «Днепра» на различных предприятиях и успешный серийный выпуск машины, представление на Ленинскую премию работы по созданию и внедрению «Днепров» было сделано вторично. В состав коллектива разработчиков были добавлены сотрудники Киевского завода вычислительных и управляющих машин, участвовавших в освоении серийного выпуска и модернизации машины.

На нашу беду, Комитет по Ленинским премиям направил материалы по «Днепру» специалисту по аналоговым вычислительным машинам, ярому противнику цифровой техники (сейчас он живет в США, фамилии называть не буду, дело прошлое).

Получив «разгромный» отзыв, Комитет отклонил работу и на этот раз...

Лет через восемь-десять после этих событий М.В. Келдыш, возглавивший Комитет по Ленинским премиям в 60-е годы, сказал В.М. Глушкову:

— Тогда мы не поняли значения проделанной вашим институтом работы. Вы опередили время.

Нас «не понял» не только президент АН СССР. В те же годы, помню, проходило весьма представительное совместное совещание Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления и Отделения механики и процессов управления АН СССР.

Выступивший вслед за министром академик, руководитель ведущего московского института, упомянул работы Института кибернетики АН Украины по созданию и применению управляющих машин и назвал их преждевременными и вредными.

Пришлось мне свое выступление начать словами:

— Хочу рассказать о «вредном» опыте использования машин «Днепр». Судя по последовавшим вопросам и выступлениям, наш опыт заинтересовал очень многих, а в принятом решении характеризовался как весьма полезный.

После «днепровской» эпопеи был выполнен целый ряд других работ. В их числе были и такие, что принесли награды — ордена и премии. И все-таки самой дорогой для меня остается первая, память о которой сохраняет Политехнический музей в Москве, где экспонируется УМШН «Днепр» — первенец управляющих машин.

Добрые слова в мой адрес были сказаны В.М. Глушковым в январе 1964 года. В январе 1982 года его не стало. С тех пор прошло двенадцать лет.

Я благодарен судьбе за дарованные мне эти и предыдущие многие годы работы в замечательном коллективе Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН

Украины, за появившуюся возможность опубликовать книгу о жизни и творчестве выдающихся ученых, внесших огромный вклад в становление и развитие вычислительной техники, за то, наконец, что не остался лежать в одной из бесчисленных братских могил Великой Отечественной войны.

9 мая 1994 года, Киев.

## **Приложения**



## Приложение 1

*Основные параметры быстродействующих цифровых вычислительных машин, разработанных и находящихся в разработке в США, Англии и Франции на 1948 г. (составлена Б.И. Рамеевым)*

| № п/п | Машина                    | Автор   | Место разработки                                      | Система счисления             | Число знаков десятичной системы (в десятичной системе) |
|-------|---------------------------|---|---|-------------------------------|--|
| 1     | АСКК                      | Айкен   | Гарвардский университет и фирма ИВМ (США)             | Десятичная                    | 23 или 46  |
| 2     | ЭНИАК                     | Моучли, Экерт                                     | Пенсильванский университет                            | "                             | 10   |
| 3     |                           | Гамильтон   | Фирма ИВМ (США)                                       | ?                             | 14 (19)  |
| 4     | ЭДВАК                     | Моучли, Экерт                                     | Пенсильванский университет                            | (США)                         | "  |
| 5     | УНИВАК                    | Куртис, Моучли, Экерт                             | Диамад, Национальное бюро стандартов (США)            | 10 (?)                        |  |
| 6     |                           |   |   |                               |  |
| 7     |                           | ?   | Масачуссетский технологический институт (США)         |                               | 12   |
| 8     | Релейная (малая) модель V | Стиблиц, Виллиамс                                 | Лаборатория "Белл телефон" (США)                      | "Белл                         | 5  |
| 9     |                           | Айкен   | Гарвардский университет (") (США)                     | "                             | 10   |
| 10    | АКИ                       | Дарвин, Уоммерслей, Хартри, Тюринг                | Департамент научных и промышленных изысканий (Англия) |                               | 10   |
| 11    |                           | Национальный Центр научных исследований (Франция) |   | 10                            |  |
| № п/п | Назначение                | Конструкция принцип действия                      | и Управление  | Входное и выходное устройства |  |
| 1     | Общего назначения         | Электромеханическая, счетно-импульсный            | Автоматическое централизованное                       | Обычная с перфорационная      |  |

|    |                                  |  |  |   |
|----|----------------------------------|--|--|---|
|    |                                  |  | помощью бумажной ленты   | аппаратура  |
| 2  | Решение задач внешней баллистики | То же (f-100 кГц)                        | Ручная установка операций. Автоматическое управление последовательных операций | То же   |
| 3  | Общего назначения                | Электронная релейная, счетноимпульсный   | Автоматическое с помощью бумажной ленты  | То же   |
| 4  | То же                            | Электронная, счетно-импульсный (f-1 мГц) | Автоматическое централизованное с помощью магнитной ленты                      | Предварительная запись на магнитную или фотоленту |
| 5  | "                                | Электронная, счетно-импульсный           | Автоматическое централизованное с помощью ленты                                | Предварительная запись на ленту                   |
| 6  | "                                | Электронная релейная                     | централизованное с ?   |   |
| 7  | "                                | То же                                    | "  | "   |
| 8  | "                                | То же                                    | С помощью перфоленты для телеграфных аппаратов                                 | Обычная стартовая телеграфная аппаратура          |
| 9  | "                                | Электромагнитная (?)                     | То же  | То же   |
| 10 | Общего назначения                | Электронная релейная                     | Автоматическое с помощью перфокарт   | Обычная перфорационная аппаратура                 |
| 11 | То же                            | То же                                    | Автоматическое с помощью фотопленки  | Предварительная запись на фотоленту               |

| № п/п | Накопитель ("память")<br>тип                 | емкость в числах | Скорость выполнения арифметических действий, мкс |                 | Число ламп, шт. | Состояние разработки | Примечание |
|-------|--|------------------|--|-----------------|-----------------|----------------------|------------|
|       |  |                  | сложение   | умножение       |                 |                      |            |
| 1     | Механический счетчик                         | 60               | $3 \times 10^5$                                  | $6 \times 10^6$ |                 | Закончена в 1944 г.  |            |
| 2     | Электронноламповая кольцевая считающая схема | 20               | 200  | 2800            | 18900           | Закончена в 1945 г.  |            |

|    |   |       |     |       |       |                           |           |   |
|----|---|-------|-----|-------|-------|---------------------------|-----------|---|
| 3  | Бумажная лента, электроламповые реле, электронно-ламповая считающая схема | 40000 | 280 | 50000 | 12500 | 21400                     | реле ламп | Закончена в 1948 г.   |
| 4  | Ртутная линия   | 1000  | ?   | 1000  | 3000  | В разработке              |           | Национальное бюро стандартов разрабатывает две таких машины |
| 5  | То же   | 5000  | 100 | 2000  | ?     | "                         |           |   |
| 6  | Электролучевая трубка   | 1200  | ?   | ?     | 1000  | "                         |           |   |
| 7  | То же   | ?     | ?   | 50    | ?     | ?                         |           |   |
| 8  | ?   | "     | "   | "     |       | Закончена в 1944-1945 гг. |           | Лаборатория "Белл телефон" построила две таких машины       |
| 9  | ?   | 100   | "   | "     | -     | В разработке,             |           |   |
| 10 | ?   | 2000  | "   | 200   | ?     | То же                     |           |   |
| 11 | Электронная фотолента   | и ?   | ?   | 50    | ?     | "                         |           |   |

## Приложение 2

### МЭСМ

*Из книги С.А. Лебедева, Л.Н. Дашевского, Е.А. Шкабары «Малая электронная счетная машина». — М., Изд-во АН СССР, 1952. г., 162 с..*

Малая электронная счетная машина работает по тем же общим принципам, что и большие универсальные быстродействующие машины.

Малая электронная счетная машина имеет арифметическое устройство, запоминающее устройство, устройство управления, вводное устройство и выводное устройство для печатания результатов.

Емкость запоминающего устройства, т. е. количество чисел, которое может в нем храниться, в значительной мере определяет гибкость машины применительно к решению разнообразных задач.

В малой машине емкость запоминающего устройства меньше, чем в больших машинах, что несколько ограничивает круг решаемых задач.

#### 1. Основные параметры

Для малой электронной счетной машины принята двоичная система счета. Двоичная система счета требует меньшего количества элементов, чем десятичная, и, кроме того, весьма существенно упрощает операции умножения и деления, так как отсутствует таблица умножения.

В двоичной системе 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».

Переход из двоичной системы в десятичную весьма прост.

Так, например,

Двоичная система: 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000... Десятичная система: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Арифметические действия в двоичной системе производятся по тем же правилам, что и в десятичной системе.

...При производстве вычислений на машине необходимо выбрать положение запятой. Возможны два способа: первый — место запятой выбирается постоянным и все числа занимают соответственно этому определенное положение (фиксированная запятая); второй — число представляется двумя величинами: цифровой частью числа (А) и его порядком (k), т. е. в двоичной системе число изобразится  $2^k \cdot A$  (плавающая запятая).

Представление чисел с их порядками расширяет диапазон работы машины, но значительно усложняет выполнение операций сложения и вычитания и увеличивает время их выполнения. Для МЭСМ положение запятой выбрано перед первым старшим разрядом, т. е. все числа на машине должны быть меньше единицы.

Для представления чисел машина имеет 16 разрядов, т. е. позволяет оперировать с числами до 4,7 знака в десятичной системе. Один разряд (17-й) используется для изображения знака числа. Код «0» в этом разряде означает положительный знак числа, код «1» — отрицательный.

В машине предусмотрены следующие операции: сложение, вычитание, умножение, деление, сдвиг числа на заданное количество разрядов, сравнение двух чисел с учетом их знаков, сравнение двух чисел по их абсолютной величине, передача с центрального управления на местное и обратно, передача чисел с магнитного запоминающего устройства, сложение команд, останов машины.

Для запоминания исходных данных и промежуточных результатов вычислений имеются запоминающие элементы, выполненные на триггерных ячейках. Для запоминания чисел предусмотрен 31 блок, а для запоминания команд — 63 блока. Это соотношение выбрано на основании рассмотрения программирования ряда задач.

Блоки для запоминания чисел имеют каждый по 17 ячеек, блоки для запоминания команд — по 20 ячеек.

Кроме того, имеются особые функциональные устройства для установки и хранения неизменных коэффициентов и команд (31 коэффициент и 63 команды). Предусмотрена также возможность использования магнитного барабана для запоминания около 5000 кодов чисел или команд.

Команды задаются в виде определенных кодов. Выбрана трехадресная система кода команд. Первые четыре разряда кода команд — код операции — определяют операцию, которая должна быть выполнена на машине (четыре разряда дают возможность получить 16 комбинаций кода, т. е. выбрать одну из 16 операций).

Следующие пять разрядов кода команды содержат номер ячейки запоминающего устройства, из которой должно быть взято первое число (первый адрес). Пять разрядов дают возможность получить 32 комбинации кода, т. е. выбрать одну из 31 ячейки чисел. Нулевое положение (32-я комбинация) не может быть использовано для выбора ячеек.

Следующие пять разрядов кода команды дают номер ячейки, из которой должно быть взято второе число (второй адрес).

Последние шесть разрядов кода команды определяют номер ячейки, куда должен быть направлен результат (третий адрес) после выполнения над обоими числами действия, указанного в коде операции.

В отдельных случаях разряды третьего адреса используются для выбора номера ячейки, из которой следует принять следующую команду. Так как в машине имеется 63 блока для запоминания команд, то для выбора одной из них необходимо иметь шесть разрядов.

Выбор трехадресной системы дает существенную экономию в количестве запоминающих ячеек для кодов по сравнению с одноадресной системой. В одноадресной системе часть разрядов используется для инструктивного кода, а остальные разряды указывают номер ячейки, из которой надо взять число или куда направить результат. Так, например, «передать на арифметическое устройство число, хранящееся в ячейке No K», «Помножить число, находящееся в арифметическом устройстве, на число, хранящееся в ячейке No P»; «передать число с арифметического устройства на запоминание в ячейку No S» и т. п. В трехадресной системе все эти указания объединяются в одну команду.

Арифметические действия производятся универсальным арифметическим устройством, выполненным на триггерных ячейках.

При сложении двух чисел возникают переносы в старшие разряды. Существующие системы счетчиков позволяют эти переносы производить лишь последовательно, что может сильно затянуть операцию сложения.

...В наихудшем случае при 16 разрядах может возникнуть 16 последовательных переносов. Для сокращения операции сложения, которая является элементарной операцией для всех остальных действий, предусмотрена специальная схема арифметического устройства, позволяющая осуществить переносы в старшие разряды сразу, куда следует, а не последовательно. Такое решение позволило создать универсальное арифметическое устройство, пригодное для производства всех выбранных операций.

...Выбор запоминающего устройства на триггерных ячейках predetermined систему подачи кодов чисел. Выбрана последовательная система, так как при этом резко сокращается количество управляемых входных и выходных элементов для запоминающего устройства. При последовательной системе ввода кодов чисел на каждую ячейку запоминающего устройства необходимо иметь лишь один входной и один выходной управляемые блоки. При параллельном же вводе кодов чисел на каждую ячейку требуется количество управляемых входных и выходных блоков, равное количеству разрядов.

Параллельный ввод кодов чисел в то же время ускоряет операции сложения и вычитания. Однако значительное увеличение количества электронных ламп и цепей управления при запоминающем устройстве на триггерных ячейках не компенсируется получаемыми преимуществами.

Как указывалось раньше, для малой машины выбрана пониженная частота работы. Передача кодов чисел происходит с частотой 5000 импульсов в секунду. Полное время одного цикла, включающего прием двух чисел, производство операции с ними, передачу результата на запоминание и прием следующей команды, составляет 17,6 мс для всех операций, кроме деления, которое занимает от 17,6 до 20,8 мс.

Таким образом, скорость вычислений составляет 3000 операций в минуту.

Подобные скорости работы, полученные при сравнительно пониженной частоте, несоизмеримы со скоростью ручного счета.

Ввод исходных данных в машину осуществляется с перфорационных карт или посредством набора кодов на штекерном коммутаторе. Полученные результаты считываются специальным электромеханическим печатающим устройством или фиксируются на киноплёнке.

Контроль правильности проведенных вычислений осуществляется путем соответствующего программирования решаемых задач, никаких специальных устройств для этой цели не предусматривается. Для определения исправности работы отдельных элементов машины применяются специальные программные тесты. Кроме того, предусмотрено переключение на ручную или полуавтоматическую работу. Переключив машину на ручную работу, можно по сигнальным лампам, расположенным на пульте управления, проследить работу всех элементов машины и выявить неисправное место.

При полуавтоматической работе машина останавливается после каждого такта работы и, таким образом, позволяет быстро произвести опробование отдельных

элементов.

Машина расположена в зале площадью 60 м<sup>2</sup>. Общее количество электронных ламп составляет около 3500 триодов и около 2500 диодов, в том числе в запоминающем устройстве 2500 триодов и 1500 диодов. Суммарная потребляемая мощность — около 25 кВт.

#### ***Основные параметры малой электронной счетной машины***

1. Система счета — двоичная с фиксированной запятой.
2. Количество разрядов — 16 и один на знак.
3. Вид запоминающего устройства — на триггерных ячейках с возможностью использования магнитного барабана.
4. Емкость запоминающего устройства — 31 для чисел и 63 для команд.
5. Емкость функционального устройства — 31 для чисел и 63 для команд.
6. Производимые операции: сложение, вычитание, умножение, деление, сдвиг, сравнение с учетом знака, сравнение по абсолютной величине, передача управления, передача чисел с магнитного барабана, сложение команд, останов.
7. Система команд — трехадресная.
8. Арифметическое устройство — одно, универсальное, параллельного действия, на триггерных ячейках.
9. Система ввода чисел — последовательная.
10. Скорость работы — около 3000 операций в минуту.
11. Ввод исходных данных — с перфорационных карт или посредством набора кодов на штекерном коммутаторе.
12. Съём результатов — фотографирование или посредством электромеханического печатающего устройства.
13. Контроль — системой программирования.
14. Определение неисправностей — специальные тесты и перевод на ручную или полуавтоматическую работу.
15. Площадь помещения — 60 м<sup>2</sup>.
16. Количество электронных ламп — триодов около 3500, диодов 2500.
17. Потребляемая мощность — 25 кВт...

## Приложение 3

### Универсальные ЭВМ, разработанные под руководством С.А. Лебедева в московский период

#### *БЭСМ*

Технические характеристики: быстродействие — 8–10 тыс. операций в секунду, представление чисел с плавающей запятой, разрядность 39, система ламповых элементов, внешняя память на магнитных барабанах (2 по 512 слов) и магнитных лентах (4 по 30 тыс. слов), устройство ввода с перфоленты (1200 чисел в минуту), цифропечать (1200 чисел в минуту), фотопечатающее устройство (200 чисел в секунду).

Принята Государственной комиссией в 1953 г. с оперативной памятью на ртутных трубках (1024 слова); в начале 1955 г. с оперативной памятью на потенциалоскопах (1024 слова); в 1957 г. с оперативной памятью на ферритных сердечниках (2047 слов). Диодное задающее устройство на 376 39-разрядных слов.

#### *Принципиальные особенности*

1. Первая отечественная быстродействующая ЭВМ на электронных лампах (5 тыс. ламп).
2. Блочная конструкция.
3. Опробованы три вида оперативной памяти — на ртутных трубках, потенциалоскопах, ферритах.
4. Плавающая запятая; возможность работы с фиксированной запятой и удвоенной разрядностью.
5. Параллельный принцип действия.

Главный конструктор академик АН УССР С.А. Лебедев.

#### *БЭСМ-2*

Серийный вариант ЭВМ БЭСМ АН СССР Основные технические характеристики аналогичны характеристикам БЭСМ АН СССР.

#### *Принципиальные особенности*

1. Оперативное запоминающее устройство на ферритных сердечниках. Емкость 2048 39-разрядных чисел. Время выборки 10 мс.
2. Широкое применение полупроводниковых диодов. Количество полупроводниковых диодов 5 тыс., электронных ламп, 4 тыс. Количество ферритных сердечников 200 тыс.
3. Усовершенствованная (мелкоблочная) конструкция, значительно повысившая надежность и удобство эксплуатации. Применены разъемы с плавающими контактами.

На серийных машинах БЭСМ-2 решены сотни тысяч задач чисто теоретических, прикладной математики, инженерных и пр. В частности, рассчитывалась траектория



полета ракеты, доставившей вымпел Советского Союза на Луну.

Машина разработана и внедрена в народное хозяйство коллективами ИТМ и ВТ АН СССР и завода им. Володарского. Серийно выпускалась с 1958 г.

Главный конструктор — Герой Социалистического труда академик С.А. Лебедев.

### **ЭВМ М-20**

Технические характеристики: быстродействие 20 тыс. операций в секунду, оперативная память на ферритных сердечниках емкостью 4096 слов, представление чисел с плавающей запятой, разрядность 45, система элементов — ламповые и полупроводниковые схемы, внешняя память — магнитные барабаны и ленты. Введена в действие в 1958 г. Выпускалась серийно.

#### *Принципиальные особенности*

1. Впервые в отечественной практике применена автоматическая модификация адреса.
2. Совмещение работы АУ и выборки команд из памяти.
3. Введение буферной памяти для массивов, выдаваемых на печать. Совмещение печати со счетом.
4. Использование полностью синхронной передачи информации в логических цепях.
5. Использование НМЛ с быстрым пуском и остановом.
6. Для М-20 разработана одна из первых операционных систем ИС-2 (Институт прикладной математики АН СССР).

В постановлении президиума АН СССР от 20 февраля 1959 г. говорилось: «... создание машины М-20 является выдающимся достижением в развитии советской техники универсальных цифровых вычислительных машин. По своему быстродействию машина М-20 превосходит существующие отечественные и серийные зарубежные математические вычислительные машины.

Благодаря большому быстродействию, совершенству логической структуры и развитой системе оперативных и внешних запоминающих устройств, а также высокой степени надежности машины, она позволяет решить подавляющее большинство современных сложных задач, выдвигаемых отраслями науки и техники».

Главный конструктор — Герой Социалистического труда академик С.А. Лебедев. Заместители главного конструктора — М.К. Сулим, М.Р. Щура-Бура, В.Я. Алексеев, О.П. Васильев, П.П. Головистиков, В.Н. Лаут, В.А. Мельников, А.А. Соколов, М.В. Тяпкин, А.С. Федоров, О.К. Щербаков.

### **БЭСМ-4**

Технические характеристики: быстродействие 20 тыс. операций в секунду, оперативная память на ферритных сердечниках емкостью 16384 слова, представление

чисел с плавающей запятой, разрядность 48, система элементов — полупроводниковые схемы, внешняя память на МБ. Введена в строй в 1962 г. Выпускалась серийно.

*Принципиальные особенности*

1. Используются полупроводниковые элементы.
  2. Машина программно совместима с ЭВМ М-20.
  3. Предусмотрена возможность подключения второго ОЗУ на ферритных сердечниках емкостью 16384 48-разрядных числа.
  4. Работа с удаленными объектами по каналам связи. Четыре входа с телефонных и 32 входа с телеграфных линий связи с соответствующими скоростями — 1200 и 50 бод.
- Машины БЭСМ-4 применялись для решения различных задач в вычислительных центрах, научных лабораториях для автоматизации физического эксперимента и др.

Машина разработана и внедрена в народное хозяйство коллективами СКВ ИТМ и ВТ АН СССР и завода им. Володарского.

Главный конструктор — канд. техн. наук О.П. Васильев. Научный руководитель — академик С.А. Лебедев.

### БЭСМ-6

Технические характеристики: быстродействие 1 млн... операций в секунду, оперативная память 64–128К 50-разрядных слов, время цикла ОЗУ 2 мкс, время выборки 0,8 мкс, представление чисел с плавающей запятой, разрядность 48, параллельный обмен по шести каналам внешней памяти и 32 каналам связи.

*Принципиальные особенности*

1. Система элементов с широкими логическими возможностями и парафазией синхронизацией.
2. Глубокое совмещение выполнения команд на основе асинхронной конвейерной структуры.
3. Использование ассоциативной сверхбыстродействующей буферной памяти.
4. Первое использование виртуальной памяти в отечественных машинах.
5. Использование «магазинного» способа обращения к памяти.
6. Совмещенный со счетом параллельный обмен массивами с двумя магнитными барабанами и четырьмя магнитными лентами.
7. Операционная система с многопрограммным режимом работы.

В акте Государственной комиссии, принимавшей БЭСМ-6, отмечено: «БЭСМ-6 стала первой в стране машиной, имеющей быстродействие около 1 млн. одноадресных операций в секунду и использующей систему элементов с тактовой частотой 9 МГц. Высокая тактовая частота элементов потребовала от разработчиков новых оригинальных конструктивных решений для сокращения длин соединений элементов и уменьшения паразитных емкостей. Высокое быстродействие машины обеспечивается рациональным построением арифметического устройства, совмещением работы отдельных устройств машины, согласованием времени работы памяти и арифметического устройства за счет разделения оперативной памяти на ряд блоков и применением самоорганизующей сверхбыстродействующей буферной памяти на быстрых регистрах. — Комиссия с удовлетворением отмечает, что БЭСМ-6 обладает

основными структурными особенностями современных высокопроизводительных машин, позволяющими использовать ее в мультипрограммном режиме и в режиме разделения времени: системой прерывания, аппаратом защиты памяти, аппаратом защиты команд, аппаратом присвоения адресов, магазинной организацией выполнения команд.

Высокие показатели машины получены при сравнительно небольшом количестве полупроводниковых приборов (около 60 тыс. триодов и 180 тыс. диодов), что показывает рациональность принятых схемных решений».

Вычислительные машины БЭСМ-6 выпускались 17 лет и использовались в вычислительных центрах и многих отраслях народного хозяйства.

Разработана коллективом ИТМ и ВТ АН СССР совместно с заводом САМ. Выпускается серийно с 1967 г.

Главный конструктор — Герой Социалистического труда академик С.А. Лебедев, заместители главного конструктора — В.А. Мельников, Л.Н. Королев. За разработку и внедрение машины БЭСМ-6 С.А. Лебедев, В.А. Мельников, Л.Н. Королев, Л.А. Зак, В.Н. Лаут, А.А. Соколов, В.И. Смирнов, А.Н. Томилин, М.В. Тяпкин были удостоены Государственной премии.

## АС-6

Технические характеристики: модульная организация, унифицированные каналы обмена, быстродействие центрального процессора 1,5 млн. операций в секунду, емкость оперативной памяти 7752 кбайт, длина слова центрального процессора 48 разрядов, быстродействие периферийного процессора 150 тыс. операций в секунду, максимальная пропускная способность канала первого уровня 1,3 млн. слов в секунду, второго 1,5 Мбайт/с, количество внешних абонентов периферийной машины до 256.

### *Принципиальные особенности*

1. Объединение модулей с помощью унифицированных каналов позволило организовать децентрализованные многомашинные комплексы сетевого типа, адаптируемые к требованиям заказчиков.

2. Эффективная реализация языков высокого уровня и многоуровневой системы защиты на основе механизмов стека состояния.

3. Операционная система, построенная по принципу децентрализации, обеспечивает работу в пакетном режиме, режиме удалений пакетной обработки, в режиме разделения времени и в режиме реального времени.

4. Аппаратура и операционная система восстанавливают работоспособность системы при сбоях процессоров, сбоях и отказах внешних устройств, выходе из строя аппаратных модулей.

5. Гибкая аппаратно-программная организация периферийной системы на основе использования унифицированных каналов и периферийных машин, позволяющих реализовать практически любые алгоритмы обслуживания устройств и абонентов.

Использовалась для обработки информации и управления в системах космического эксперимента, а также в ряде вычислительных центров для решения задач в различных областях науки и техники.

Машина разработана коллективом ИТМ и ВТ АН СССР совместно с заводом САМ. Главные конструкторы — Герой Социалистического труда академик С.А. Лебедев, В.А. Мельников, А.А. Соколов. Заместители главных конструкторов — Л.Н. Королев, В.П. Иванников, В.И. Смирнов, Л.А. Теплицкий, Л.А. Зак, В.Л. Ли.

### **Специализированные ЭВМ, разработанные под руководством С.А. Лебедева**

#### *«Диана-1», «Диана-2»*

Окончание разработки и проведение испытаний в 1955 г. Основные характеристики: ЭВМ последовательного действия с коммутируемой программой обработки. «Диана-2» — фиксированная запятая, разрядность 10, система команд одноадресная, количество команд 14, объем командной памяти 256, ЗУ констант, оперативная память на магнитострикционных линиях задержки.

#### *Принципиальные особенности*

1. Автоматический съем данных с обзорной радиолокационной станции с селекцией объекта от шумов и расчет траектории движения.

2. Применение в логических элементах миниатюрных радиоламп и памяти на магнитострикционных линиях задержки.

3. Преобразование интервалов времени и угловых положений в числовые величины.

Руководители работ — С.А. Лебедев, Д.Ю. Панов, В.С. Бурцев, Г.Т. Артамонов.

#### *ЭВМ М-40*

Технические характеристики: быстродействие до 40 тыс. операций в секунду, оперативная память на ферритных сердечниках емкостью 4096 слов, цикл 6 мкс, представление чисел с фиксированной запятой, разрядность 36, система элементов ламповая и феррит-транзисторная, внешняя память — магнитный барабан емкостью 6 тыс. слов.

Машина работала в комплексе с аппаратурой процессора обмена с абонентами системы и аппаратурой хранения времени.

#### *Принципиальные особенности*

1. Плавающий цикл управления операциями.

2. Система прерываний.

3. Впервые использовано совмещение операций с обменом.

4. Мультиплексный канал обмена.

5. Работа в замкнутом контуре управления в качестве управляющего звена.

6. Работа с удаленными объектами по радиорелейным дуплексным линиям связи.

7. Впервые введена аппаратура хранения времени.

## 8. Применение феррит-транзисторных элементов.

Главный конструктор — С.А. Лебедев. Ответственный исполнитель — В.С. Бурцев.

### ЭВМ М-50

Модификация М-40, рассчитанная на применение в качестве универсальной ЭВМ. Представление чисел с плавающей запятой. Введена в строй в 1959 г. На базе М-40 и М-50 был создан двухмашинный комплекс.

Главный конструктор С.А. Лебедев. Ответственный исполнитель — В.С. Бурцев.

### ЭВМ 5Э92

Модификация М-50, рассчитанная на применение в качестве комплекса обработки данных.

Принципиальные особенности: широкое применение феррит-транзисторных элементов в низкочастотных устройствах, применение специально разработанной контрольно-регистрирующей аппаратуры с возможностью дистанционной записи информации, поступающей с высокочастотных каналов связи.

Главный конструктор — С.А. Лебедев. Ответственный исполнитель — В.С. Бурцев.

За разработку М-40 и М-5 °С.А. Лебедев и В.С. Бурцев удостоены Ленинской премии 1966 г.

### ЭВМ 5Э926

Аванпроект 1960 г., эскизный проект 1961 г.

Межведомственные испытания 1964 г.

Испытания комплекса из восьми машин 1967 г.

Технические характеристики: быстродействие большой машины 500 тыс. операций в секунду, малой машины 37 тыс. операций в секунду, представление чисел с фиксированной запятой, разрядность 48, емкость оперативной памяти 32 тыс. слов, построена по модульному принципу, цикл 2 мкс, работа по 28 телефонным и 24 телеграфным дуплексным линиям связи, элементная база — дискретные полупроводники, полный аппаратный контроль, промежуточная память — 4 магнитных барабана по 16 тыс. слов каждый. *Принципиальные особенности*

1. Одна из первых полностью полупроводниковых ЭВМ.
2. Двухпроцессорный комплекс с общим полем оперативной памяти.
3. Полный аппаратный контроль.

4. Возможность создания многомашинных систем с общим полем внешних запоминающих устройств.

5. Возможность автоматического скользящего резервирования машин в системе.

6. Развитая система прерываний с аппаратным и программным приоритетом.

7. Работа с удаленными объектами по дуплексным телефонным и телеграфным линиям.

Главный конструктор — С.А. Лебедев. Заместитель главного конструктора — В.С. Бурцев.

### *ЭВМ 5Э51*

Модификация 5Э926; представление чисел с плавающей запятой, механизм базирования, защита оперативной памяти и каналов обмена; работа нескольких операторов в мультипрограммном режиме.

Главный конструктор — С.А. Лебедев. Заместитель главного конструктора — В.С. Бурцев.

### *ЭВМ 5Э65*

Эскизный проект — 1965. Технический проект — 1968.

5Э65 — перевозимый высокопроизводительный вычислительный комплекс специального применения, обеспечивающий проведение исследований в реальном масштабе времени в полевых условиях с высокой степенью достоверности за счет применения памяти с неразрушающим считыванием, полного аппаратного контроля, средств устранения последствий сбоев. Эффективности вычислительного процесса способствовали переменная длина слова (12, 24, 36 разрядов), магазинная организация арифметического устройства. С применением комплекса были произведены исследования различных бортовых средств радиоизмерений и радионавигации в атмосфере и космосе.

Главный конструктор — С.А. Лебедев. Заместитель главного конструктора — И.К. Хайлов.

### *ЭВМ 5Э67*

5Э67 — перевозимый многомашинный высокопроизводительный комплекс на базе модифицированной 5Э65 с общим полем внешней памяти, аппаратно-программными средствами реконфигурации на уровне машин. Комплекс обеспечивает работу в жестких климатических условиях. С участием комплекса были произведены уникальные радиоизмерения эпизодических явлений в верхних слоях атмосферы в реальном масштабе времени.

Главный конструктор — С.А. Лебедев. Заместитель главного конструктора — И.К. Хайлов.

За создание ЭВМ 5Э67 И.К. Хайлов удостоен Государственной премии 1977 г.

### ЭВМ 5Э26

5Э26 является первой в СССР мобильной управляющей многопроцессорной высокопроизводительной вычислительной системой, построенной по модульному принципу, с высокоэффективной системой автоматического резервирования, базирующейся на аппаратном контроле и обеспечивающей возможность восстановления процесса управления при сбоях и отказах аппаратуры, работающей в широком диапазоне климатических и механических воздействий, с развитым математическим обеспечением и системой автоматизации программирования.

Технические характеристики: производительность 1,5 млн. операций в секунду, длина слова 32 разряда, представление информации естественное, целое слово, полуслово, байт, бит, объем оперативной памяти 32–34 кбайт, объем командной памяти 64–256 кбайт, независимый процессор ввода-вывода информации по 12 каналам связи — максимальный темп обмена свыше 1 Мбайт/с, объем 2,5–4,5 мЗ, потребляемая мощность 5–7 кВт.

Выпускается в двух модификациях, различающихся объемом памяти.

#### *Принципиальные особенности*

1. Впервые создана мобильная многопроцессорная высокопроизводительная структура с модульной памятью, легко адаптируемая к различным требованиям по производительности и памяти в системах управления.

2. Впервые создана машина с автоматическим резервированием на уровне модулей и обеспечивающая восстановление вычислительного процесса при сбоях и отказах аппаратуры в системах управления, работающая в реальном времени.

3. Впервые создана мобильная машина, снабженная развитым математическим обеспечением, эффективной системой автоматизации программирования и возможностью работы с языками высокого уровня.

4. Энергонезависимая память команд на микробиаксах с возможностью электрической перезаписи информации внешней аппаратурой записи.

5. Введена эффективная система эксплуатации с двухуровневой локализацией неисправной ячейки, обеспечивающая эффективность восстановления аппаратуры среднетехническим персоналом.

Главные конструкторы — С.А. Лебедев, В.С. Бурцев. Заместители главных конструкторов — Е.А. Кривошеев, В.Н. Лаут, А.А. Новиков, Ю.Д. Острцов, К.Я. Трегубов, Д.Б. Подшивалов, Г.С. Марченко

За создание ЭВМ 5Э26 Е.А. Кривошеев, Ю.Д. Острцов и Ю.С. Рябцев удостоены Государственной премии.

## Приложение 4

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского

Лаборатория Электросистем

**Отчет по работе: автоматическая цифровая вычислительная машина [М-1]**

Директор Энергетического ин-та АН СССР

академик Г.М. Кржижановский

Руководитель лаборатории Электросистем

Член. корр. АН СССР И.С. Брук

Исполнители работы

Младшие научные сотр. (Т.М. Александриди) (А.Б. Залкинд) (М.А. Карцев) (Н.Я. Матюхин)

Техники: (Л.М. Журкин) (Ю.В. Рогачев) (Р.П. Шидловский)

Аннотация

В отчете дается краткое описание построенной машины и принцип действия отдельных ее устройств

Москва

1951 г. № 1539 15/ХII-51 г. 3 экз.

### ВВЕДЕНИЕ

Автоматической цифровой вычислительной машиной мы называем устройство, способное автоматически выполнять любую наперед заданную последовательность арифметических и логических операций над числами, представляемыми цифровым кодом, составленным по принятой системе счисления (например, десятичной или двоичной и т. д.).

Обычно АЦВМ может выполнять четыре арифметических действия: сложение, вычитание, умножение, деление.

Количество логических операций в разных АЦВМ различное. В качестве примера логической операции можно привести операцию сравнения, позволяющую сравнивать по величине либо числа, либо их модули, и в зависимости от результата сравнения выбирать тот или иной путь дальнейших вычислений. Пользуясь многочисленными методами теории приближенных вычислений, можно свести решение большого числа задач, встречающихся при решении научных и технических проблем (например,



системы алгебраических уравнений, системы линейных и нелинейных дифференциальных уравнений и т. д.), к такой последовательности простых операций, которая может выполняться АЦВМ.

Особенностями АЦВМ являются:

1) Универсальность применения (в отличие от других автоматических вычислителей, напр., дифференциальных анализаторов, предназначенных для решения строго определенного класса задач).

В дальнейшем употребляется сокращение «АЦВМ».

2) Получение высокой степени точности вычислений, что основывается на применении цифрового способа представления чисел (в этом отношении АЦВМ сходна с различными счетно-аналитическими машинами, такими как арифмометры, табуляторы и т. д.).

В современных АЦВМ как правило используется двоичная система счисления, цифры которой весьма удобно представляются схемами с двумя различными стабильными состояниями (триггеры, реле и т. п.).

Одно из состояний принимается как изображение цифры «0», второе — цифры «1». В разработанной АЦВМ принята двоичная система счисления.

## II. Блок-схема АЦВМ

Разработанная АЦВМ состоит из четырех основных узлов: 1) Арифметический узел (АУ), в котором выполняются основные арифметические действия над числами. АУ состоит из так называемых регистров, хранящих числа, над которыми в данный момент производятся действия, и из местного программного датчика (МПД).

МПД подает в регистры серии импульсов, необходимых для совершения того или другого арифметического действия.

2) Запоминающее устройство (ЗУ), которое в дальнейшем будем кратко называть памятью. ЗУ предназначено для хранения исходных данных, промежуточных результатов, используемых в дальнейших вычислениях, а также и окончательных результатов. В ЗУ хранятся также в зашифрованном виде указания о порядке совершения действий, необходимые для решения конкретной задачи. Эти указания запоминаются в виде так называемых инструкций, имеющих форму обычных двоичных чисел.

ЗУ состоит из медленно действующей магнитной памяти (МП), запоминание в которой основано на сохранении ферромагнитным слоем остаточного магнетизма, и из быстродействующей электростатической памяти, запоминание в которой основано на сохранении на диэлектрической пластинке ранее нанесенного распределения электрических зарядов.

3) Главный программный датчик (ГПД), осуществляющий выбор чисел и операций, которые производятся над ними в соответствии с получаемыми из ЗУ инструкциями.

Набор инструкций, необходимых для решения задачи, называется программой.

По выполнении программы или части ее ГПД осуществляет вывод нужных результатов.

4) Устройство ввода и вывода данных (УВВ) предназначено для заполнения ЗУ исходными данными и программой и для печатания результатов вычислений. УВВ состоит из стандартной телеграфной буквопечатающей аппаратуры.

### **Технические данные АЦВМ**

Основными техническими данными, определяющими быстродействие и универсальность АЦВМ, является скорость выполнения арифметических действий, объем чисел, который может хранить ЗУ, и максимальное число разрядов числа, над которым производятся действия.

АЦВМ выполняет сложение за время в 50 мксек, умножение в 2000 мксек.

АЦВМ совершает действия над 25-разрядными двоичными числами, что в десятичной системе соответствует точности вычислений до седьмого знака.

ЗУ может хранить 512 25-разрядных двоичных чисел.

(В настоящее время в макете используется магнитный барабан, на котором запоминается 128 чис.).

### **Описание основных узлов**

#### **III. Арифметический узел**

##### **III-1. Представление чисел**

Арифметический узел предназначен для выполнения четырех арифметических действий: сложения, вычитания, умножения, деления.

Числа, над которыми производятся действия, представляются в двоичной системе. Каждая цифра двоичного числа выражается одним из состояний соответствующей триггерной схемы.

Объем числа составляет 24 двоичных разряда, т. е. число представлено в виде цепочки из 24-х триггеров, которую в дальнейшем мы будем называть регистром. Принята система представления чисел в виде модуля и знака. Т. е. в регистре хранится модуль числа, и, кроме того, в него введен 25-й триггер, одно из положений которого соответствует знаку (+), другое — знаку (-).

Для удобства вычислений принято, что наивысший разряд числа соответствует 2<sup>-1</sup>, т. е. вычисления производятся над дробными числами.

Такое допущение не сужает диапазон решаемых задач, так как при использовании чисел, превышающих по модулю единицу, они могут быть приведены к дроби нужной величины путем соответствующего изменения масштабов исходных данных и результатов.

Иногда может возникнуть необходимость изменения масштаба в процессе решения задачи. Такая возможность также имеется, так как при получении в процессе вычислений чисел, превышающих по модулю единицу, АЦВМ автоматически останавливается на том этапе, где получено это число.

Выбор дробной системы удобен тем, что при умножении двух чисел произведение может только уменьшиться. Поэтому при умножении не может получаться число, превышающее по модулю единицу. Число, модуль которого больше единицы, может теперь получаться в некоторых случаях деления, но деление встречается в вычислениях гораздо реже, чем умножение. Кроме деления такое число может, очевидно, получаться при сложении и вычитании.

##### **III-2. Выполнение действий**

При использовании цифровых методов вычислений оказывается, что для выполнения всех четырех арифметических действий необходимо и достаточно, чтобы в АУ могла осуществляться только одна основная операция — сложение и некоторые

вспомогательные действия. В двоичной системе эти действия, так же как и сложение, выполняются наиболее просто и представляют:

1. Сдвиг модуля числа в сторону высших или низших разрядов («влево» или «вправо»);

2. Взятие дополнения от модуля числа, состоящее в замене всех цифр числа на обратные им («0» на «1» или «1» на «0»).

Легко видно, что сдвиг числа влево или вправо соответствует умножению или делению его на 2.

Дополнение  $P$  числа  $A$  есть число, связанное с исходным числом  $A$ -соотношением

$$P = 1 - 2^{-24} - A$$

Вычитание производится как сложение уменьшаемого с дополнением вычитаемого.

Умножение, очевидно, выполняется в виде последовательных сложений и сдвигов, т. е. точно так же, как при обычном умножении «столбиком».

Применение двоичной системы упрощает таблицу умножения, которая имеет вид:

$$0 \times 0 = 0 \quad 0 \times 1 = 0 \quad 1 \times 1 = 1$$

Деление производится последовательным вычитанием и сдвигом.

III-3. Блок-схема АУ (далее даются лишь названия разделов. — *Прим. авт.*)

III-4. Местный программный датчик (МПД).

IV. Магнитное запоминающее устройство.

IV-1. Назначение магнитной памяти (МП).

IV-2. Описание работы блок-схемы МП.

V. Электростатическое запоминающее устройство (память).

VI. Главный программный датчик (ГПД).

VI-1. Введение

VI-2. Назначение ГПД.

VI-3. Блок-схема ГПД и цикл работы АЦВМ.

VI-4. Блоки, входящие в ГПД.

а) Генератор тактирующих импульсов (лист «ГПД-ГТИ»)

б) Блок пуска и синхронизации (лист «ГПД-ПС»)

в) Распределитель импульсов (лист «ГПД-РИ»)

г) Блок формирования импульсов (лист «ГПД-ФИ»)

д) Регистр адреса (лист «ГПД-РА»)

е) Пусковой регистр (лист «ГПД-ПР»)

ж) Селекционный регистр (лист «ГПД-РС»)

з) Регистр сравнения (лист «ГПД-РС»)

и) Блок операций и шифра (лист «ГПД-ОШ»)

к) Клапанный блок (лист «ГПД-РС»)

л) Блок выбора памяти (лист «ГПД-ВШ») Блок операции сравнения (лист «ГПД-ОС»)

VII. Устройство ввода и вывода (УВВ)

VII-1. Назначение.

VII-2. Описание блок-схемы.

а) Операция «ввода».

б) Операция «вывода».

### **Конструкция и источники питания АЦВМ**

Конструктивно АЦВМ выполнена в виде трех стоек, расположенных по бокам прямоугольной вентиляционной колонны. На стойках расположены соответственно главный программный датчик, арифметический узел и запоминающее устройство. Временно для удобства работы блок электронной памяти перенесен на четвертую стойку.

Вентиляционная колонна имеет отверстия для обдува блоков. Обдув необходим ввиду большой мощности, потребляемой стойками.

Телетайп и трансмиттер расположены на отдельном столе и при помощи разъемных кабелей соединяются со стойками. Фотографии стоек приведены на рис. 6 и 7. Монтаж всех схем осуществлялся на стандартных панелях двух типов (двадцати двух и десятиламповые панели).

Полное число ламп (баллонов) в АЦВМ — 730. По узлам они распределяются следующим образом:

1. Арифметический узел — 330 ламп
2. Магнитная память — 120 ламп
3. Электронная память — 80 ламп
4. Главный программный датчик и устройство для ввода и вывода — 200 ламп

Питание АЦВМ осуществляется от 4-машинного агрегата постоянного тока, дающего основные уровни напряжений (считая от потенциала земли): -170, +140, +240 и +300 в.

Остальные уровни снимаются с мощных потенциометров. Исключение составляют только блоки электронной памяти и некоторые узлы магнитной памяти, питающиеся от электронных стабилизаторов напряжения. Накал ламп производится переменным током.

## Приложение 5

### *ЭВМ М-2*

Универсальная цифровая вычислительная машина М-2 создана коллективом Лаборатории управляющих машин и систем Академии наук СССР (ЛУМС) под руководством член-корр. АН СССР И.С. Брука.

М-2 — малогабаритная быстродействующая машина. Средняя скорость ее работы — 2000 операций в секунду, количество радиоламп в машине — 1676. Разработка и монтаж машины были проведены в весьма короткий срок — с апреля по декабрь 1952 года. Зимой 1954–1955 гг. машина была существенно модернизирована. В 1956 году было разработано, изготовлено и введено в состав машины М-2 ферритовое запоминающее устройство, работающее по принципу совпадения токов (по схеме ЗД), объемом 4096 34-разрядных слов.

В группу, 1 работавшую над М-2, входило на различных этапах работы от 7 до 10 инженеров. Арифметический узел разрабатывался М.А. Карцевым, В.В. Бельнским, А.Б. Залкиндом, электростатическое запоминающее устройство — Т.М. Александриди и Ю.А. Лавренюком, устройство управления — Л.С. Легезо, В.Д. Князевым и Г.И. Танетовым, магнитные запоминающие устройства — А.И. Шуровым и Л.С. Легезо, входные и выходные устройства у А.Б. Залкиндом, система питания — В.В. Бельнским, Ю.А. Лавренюком и В.Д. Князевым, пульт управления — В.В. Бельнским и А.И. Шуровым. Руководитель работ М.А. Карцев. Большая работа проведена конструкторами, техниками, механиками и монтажниками лаборатории: И.З. Гельфгатом, А.Д. Гречушкиным, Н.А. Немцевым, ф. Фржеутским, И.К. Швильпе, Д.У. Ермоченковым, Л.И. Федоровым, Г.В. Коростылевым и др.

### *Основные характеристики М-2*

Система счисления — двоичная

Представление чисел — с плавающей запятой и с фиксированной запятой

Количество двоичных разрядов — 34

Точность вычислений: с плавающей запятой — около восьми десятичных знаков, с фиксированной запятой — около десяти десятичных знаков (возможны вычисления с удвоенной точностью)

Диапазон чисел с плавающей запятой — от  $2^{31}$  до  $2^{-32}$  примерно от  $2 \times 10^9$  до  $2,5 \times 10^{-10}$

Система кодирования инструкций — трехадресная

Выполняемые операции — сложение, вычитание, умножение, деление, сравнение по модулю, сравнение алгебраическое, логическое умножение, перемена знака, перенос числа и др.

Скорость работы — в среднем 2000 операций в секунду

Внутренние ЗУ: электростатическое (на трубках 13ЛО37) — 512 чисел, время обращения 25 мксек, ферритовое — 4096 чисел, магнитный барабан — 512 чисел, скорость вращ. — 2860 оборотов в минуту

Внешнее ЗУ — магнитная лента на 50 тыс. чисел

Ввод данных — с бумажной перфоленты со скоростью 30 чисел в секунду

Вывод данных — в виде таблиц; скорость печати 24 числа в минуту

Питание — от 3-фазной сети переменного тока, потребляемая мощность 29 квт.

Площадь, занимаемая машиной — 22 кв. метра. Машина М-2 находилась в эксплуатации 15 лет, работая круглосуточно и без выходных дней. На ней решался широкий круг научных и — прикладных задач многими организациями и институтами. Для эффективного использования машинного времени была создана группа программистов, которая разработала математическое обеспечение М-2, состоявшее из библиотеки обслуживающих программ (программы ввода-вывода, служебные программы, программы элементарных функций и др.) и постоянно, при необходимости, консультировала сторонних пользователей в процессе работы на машине. При машине М-2 постоянно действовал семинар ведущих математиков-программистов, работы которых явились основой создания ряда систем программирования и алгоритмических языков.

В интересах собственных работ Лаборатории управляющих машин и систем, а позднее и Института электронных управляющих машин проводились расчеты для линий дальних электропередач и расчеты задач экономического планирования СССР.

Из сторонних организаций решение своих задач на М-2 проводили: Институт экспериментальной и теоретической физики (ИТЭФ), Акустический институт, Институт прогнозов погоды, Московский авиационный институт (МАИ), Военно-воздушная академия, Институт проблем передачи информации (ИППИ), Энергетический институт (ЭНИИ), Институт экономики АН СССР, Институт атомной энергии им. Курчатова, Стальпроект и многие другие.

## Приложение 6

### ЭВМ М-3

Малогабаритная универсальная цифровая электронная вычислительная машина М-3 является третьей из серии машин, разработанных в Лаборатории управляющих машин и систем под руководством И.С. Брука.

Машина оперирует 30-разрядными двоичными числами с запятой, фиксированной перед старшим разрядом числа, что соответствует точности вычислений в девять десятичных знаков. 31-й разряд отводится под знак числа.

Оперативное запоминающее устройство на магнитном барабане имеет объем памяти 2048 чисел. Предусмотрена возможность подключения дополнительного ферритового запоминающего устройства емкостью до 2048 чисел. Скорость работы машины составляет 30 операций в секунду (при использовании магнитного барабана). При работе с ферритовым запоминающим устройством производительность повышается до 1500 операций в секунду.

Арифметический узел машины М-3 параллельного типа, построен подобно арифметическому узлу машины М-2.

Ввод и вывод данных производится в десятичной и восьмеричной системах при помощи стандартной телеграфной аппаратуры (трансмиссер и телетайп) со скоростью 7 десятичных цифр в секунду.

Потребляемая машиной мощность составляет 10 квт. Шкафы машины размещаются на площади около 3 кв. м. Машина содержит 700 радиоламп и около 3000 купроксных диодов КВМП-2-7.

Машина М-3 создана в результате содружества Лаборатории управляющих машин и систем АН СССР и Научно-исследовательского института электротехнической промышленности. Проект машины был выполнен группой инженеров и техников ЛУМС АН СССР в составе В.В. Бельнского, Ю.Б. Пржиемского, Н.А. Дороховой, А.Б. Залкинда, Г.И. Танетова, А.Н. Патрикеева, А.П. Морозова и др.

Главный конструктор машины — Н.Я. Матюхин.

Ряд существенных усовершенствований машины в процессе наладки был предложен Н.Я. Матюхиным, В.В. Бельнским (ЛУМС), В.М. Долкартом и Г.П. Лопато (НИИ ЭП). В наладке и вводе в эксплуатацию головного образца машины участвовали также Б.Б. Мелик-Шахназаров, А.П. Толмасов, А.В. Пипинов, В.Н. Овчаренко, А.Я. Яковлев, И.А. Скрипкин. Руководство работами по внедрению машины и ее математической эксплуатации осуществлялось А.Г. Иосифьяном и Б.М. Каганом.

## Приложение 7

### ЭУМ М-4

Система счисления — двоичная, с фиксированной запятой, 23 разряда. Скорость работы — 50 тыс. операций сложения или вычитания в секунду; 15 тыс. операций умножения в секунду; 5,2 тыс. операций деления или извлечения квадратного корня в секунду; средняя скорость в режиме универсального счета — 10–15 тыс. операций в секунду.

Объем внутренней памяти: оперативная память — 1024 24-разрядных чисел; постоянная память — 1024 23-разрядных чисел. Ввод информации — с перфоленты со скоростью 45–50 чисел в секунду.

Вывод информации — на устройство БП-20 со скоростью 42 слова в секунду. В качестве элементной базы использовались транзисторы П14, П15, П16, П203, диоды Д2, Д9, Д12 и некоторые другие. Оперативная и постоянная памяти строились на ферритовых сердечниках, в качестве генераторов тока в этих ЗУ использовались радиолампы (всего около 100 штук).

Главный конструктор машины М.А. Карцев, старший конструктор В.В. Бельнский.

Участники разработки: ст. научи, сотрудник, д.ф.-м.н. А.Л. Брудно, научный сотрудник, к.ф.-м.н. Е.В. Гливенко, научный сотрудник, к.ф.-м.н. Д.М. Гробман, ст. научи, сотрудник, к.т.н. Ю.В. Поляк; ведущие инженеры Г.И. Танетов, Н.А. Дорохова, Л.В. Иванов, Р.П. Шидловский, Е.Н. Филинов; инженеры: Ю.Н. Глухов, А.Н. Чернов, Л.Я. Чумаков, Ю.В. Рогачев, И.З. Блох, Р.П. Макарова, В.П. Кузнецов, Е.С. Шерихов; конструкторы: Е.И. Цибуль, Ю.И. Ларионов, В.Ф. Сититков, Ю.А. Шмульян.

На различных этапах разработки и настройки принимало участие от 10 до 40 человек научных сотрудников, инженеров, конструкторов, техников и лаборантов ИНЭУМ.



## Приложение 8

### *ЭВМ М-4М*

Разрядность — 29 двоичных разряда.

Объем внутренней памяти:

постоянная память — 819–16384 слова,

оперативная память — 4096–16384 слова.

Быстродействие — 220 тыс. операций в секунду

Скорость ввода-вывода при межмашинном обмене — 3125 29-разрядных слов в секунду или 6250 14-разрядных слов в секунду.

Ввод с перфоленты — 500 строк в секунду.

Вывод на печать (БП-20) — 10–12 строк в секунду.

## Приложение 9

### ЭВМ М-10

Среднее быстродействие — 5 млн. операций в секунду  
Быстродействие на малом формате (16 разрядов) — около 10 млн. операций в секунду.

Общий объем внутренней памяти — 5 млн. байт.

Первый уровень — оперативная 0,5 млн. байт; постоянная 0,5 млн. байт.

Второй уровень — 4 млн. байт.

Пропускная способность мультиплексного канала — более 6 млн. байт в сек. (при одновременной работе 24 дуплексных направлений связи).

Емкость буферной памяти мультиплексного канала — более 64 тыс. байт.

Система прерывания программ — 72-канальная, с 5 уровнями приоритетов.

Показатели надежности: коэффициент готовности — не менее 0,975, время (среднее) безотказной работы — не менее 90 часов.

Степень унификации: коэффициент повторяемости — 346, коэффициент применяемости — 46 %.

Обеспечивается одновременная работа 8 пользователей на восьми математических пультах.

Математическое обеспечение машины М-10 включает: операционную систему, обеспечивающую разделение времени и оборудования, диалоговый режим одновременной отладки до 8 независимых программ и мультипрограммный режим автоматического прохождения до 8 независимых задач; систему программирования, включающую машинно-ориентированный язык АВТОКОД и проблемно-ориентированный язык АЛГОЛ-60, соответствующие трансляторы и средства отладки; библиотеку типовых и стандартных программ; диагностические программы; программы контроля функционирования (тесты).

### Основные особенности машины:

Машина М-10 содержит две линии арифметических процессоров. За один машинный такт одновременно выполняются операции с фиксированной и плавающей запятой, а также целочисленные операции:

- над 16 парами 16-разрядных чисел;
- над 8 парами 32-разрядных чисел;
- над 4 парами 64-разрядных чисел;
- над 2 парами 128-разрядных чисел.

Предусмотрены также векторные операции. Например, за 1 такт может быть произведено вычисление скалярного произведения векторов (в каждой линии процессоров — сумма произведений до 8 пар 16-разрядных или до 4 пар 32-разрядных

чисел и, если необходимо, суммирование с результатом аналогичной операции, выполненной в предыдущем такте).

Одновременно с получением результатов основных операций в обеих линиях арифметических процессоров вырабатываются до 5 строк булевых переменных (признаки переполнения, признаки равенства результатов нулю, знаки результатов и т. д.). Специальный процессор, работающий одновременно с арифметическими процессорами, может выполнять логические операции над строками булевых переменных. В свою очередь, строки булевых переменных могут использоваться как маски для линий арифметических процессоров.

Адресация памяти осуществляется в 2 степени: сначала формируется математический адрес путем суммирования содержимого базового регистра с 22-разрядным смещением: затем с помощью аппарата дискрипторных таблиц математический номер листа (старшие разряды математического адреса) подменяются физическим номером листа, при этом получается физический адрес. В качестве базовых и индексных используются 16 специальных регистров. Каждый пользователь имеет доступ к виртуальной памяти в 8 мегабайт, адресуемый с точностью до полуслова. К аппарату формирования физических адресов имеет доступ только операционная система; с этим аппаратом совмещен также аппарат защиты памяти.

Организация оперативной памяти позволяет за одно обращение выбирать от 2 до 64 байт одновременно, начиная от произвольного адреса.

## Приложение 10

### ЭВМ М-13

#### СТРУКТУРА

1. Центральная процессорная часть:

Арифметические процессоры (4,8 или 16)

Восемь блоков оперативной памяти

Два блока постоянной памяти

Один блок оперативной памяти второго уровня

Центральный коммутатор

Центральное управление

Мультиплексный канал.

2. Аппаратные средства поддержки операционной системы:

Центральный управляющий процессор

Таблицы виртуальной трехуровневой памяти и средства поиска.

3. Абонентское сопряжение:

Стандартизованное электрическое сопряжение

Программируемый интерфейс

Сопрягающие процессоры (от 4 до 128).

4. Специализированная процессорная часть:

Контроллер технического управления

Управляющая память гипотез

Процессоры когерентной обработки (от 4 до 80).

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

|  | Исполнение М13   |                   |                  |
|--|------------------|-------------------|------------------|
|  | М1300            | М1301             | М1302            |
| 1. ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРОЦЕССОРНАЯ ЧАСТЬ                                      |                  |                   |                  |
| А) Быстродействие, оп/с  | $12 \times 10^6$ | $24 \times 10^6$  | $48 \times 10^6$ |
| Б) Емкость внутренней памяти, Мбайт                                    | 8,5              | 17                | 34               |
| В) Суммарная пропускная способность центрального коммутатора, Мбайт/с  | 800              | 1600              | 3200             |
| Г) Пропускная способность мультиплексного канала, Мбайт/с              | 40               | 70                | 100              |
| 2. АБОНЕНТСКОЕ СОПРЯЖЕНИЕ  |                  |                   |                  |
| А) Число сопрягающих процессоров                                       |                  | 8,<br>16...128    |                  |
| Б) Максимальное быстродействие, оп/с                                   |                  | $350 \times 10^6$ |                  |
| 3. СПЕЦИАЛИЗОВАННАЯ ПРОЦЕССОРНАЯ ЧАСТЬ                                 |                  |                   |                  |
| А) Пропускная способность контроллера технического управления, Мбайт/с | 50               | 100               | 200              |
| Б) Емкость управляющей памяти гипотез, Мбайт                           |                  | 4,8, 12...<br>128 |                  |
| В) Максимальное эквивалентное быстродействие, оп/с                     |                  | $2,4 \times 10^9$ |                  |

#### СОСТАВ

|  | M13                        | Исполнение M13 |       |       |
|--|----------------------------|----------------|-------|-------|
|  | Возможные комплекты шкафов | M1300          | M1301 | M1302 |
| <b>1. ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРОЦЕССОРНАЯ ЧАСТЬ</b>                     |                            |                |       |       |
| А) Арифметическое устройство (АЛУ)                           | 1,2,4                      | 1              | 2     | 2     |
| Б) Оперативная память главная (ОПГ)                          | 4,8,16                     | 4              | 8     | 8     |
| В) Постоянная память главная (ППГ)                           | 2,4,8                      | 2              | 4     | 4     |
| Г) Оперативная память большая, полупроводниковая (ОПП)       | 1,2,4                      | 1              | 2     | 2     |
| Д) Центральное устройство редактирования (ЦУР)               | 2                          | 2              | 2     | 2     |
| Е) Центральное устройство управления (ЦУУ)                   | 2                          | 2              | 2     | 2     |
| Ж) Мультиплексный канал (МПК)                                | 1                          | 1              | 1     | 1     |
| <b>2. АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ</b> |                            |                |       |       |
| а) Центральный управляющий процессор (ЦУП)                   | 1                          | 1              | 1     | 1     |
| б) Устройство управления кодовыми шинами (УКШ)               | 1                          | 1              | 1     | 9     |
| <b>3. АБОНЕНТСКОЕ СОПРЯЖЕНИЕ</b>                             |                            |                |       |       |
| а) Устройство абонентского сопряжения (УАС)                  | 1,2...16                   | 1              | 1     | 9     |
| <b>4. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ПРОЦЕССОРНАЯ ЧАСТЬ</b>              |                            |                |       |       |
| а) Устройство контроллера технического управления (КТУ)      | 1                          | -              | -     | 1     |
| б) Устройство управляющей памяти гипотез (УПГ)               | 1,2...32                   | -              | -     | 6     |
| в) Устройство процессоров когерентной обработки (ПКО)        | 1,2...20                   | -              | -     | 10    |

КОМПЛЕКТЫ: Внешних устройств, монтажные, ЗИП, КИП, оборудования систем охлаждения, программного обеспечения.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

|  | M1300  | M1301  | M1302               |
|--|--------|--------|---------------------|
| <b>1. ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРОЦЕССОРНАЯ ЧАСТЬ</b>   |        |        |                     |
| а) Быстродействие (106 оп/с)   | 12     | 24     | 24                  |
| б) емкость оперативной памяти первого уровня (Мбайт)                               | 0,25   | 0,5    | 0,5                 |
| в) емкость постоянной памяти первого уровня (Мбайт)                                | 0,25   | 0,5    | 0,5                 |
| г) Емкость оперативной памяти второго уровня (Мбайт)                               | 8      | 16     | 16                  |
| д) Формат шин (байт)   | 16     | 32     | 32                  |
| е) Пропускная способность мультиплексного канала, Мбайт/с                          | 40     | 70     | 70                  |
| <b>2. АБОНЕНТСКОЕ СОПРЯЖЕНИЕ</b>   |        |        |                     |
| а) Число сопрягающих процессоров   | 8      | 8      | 72                  |
| <b>3. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ПРОЦЕССОРНАЯ ЧАСТЬ</b>                                    |        |        |                     |
| а) Пропускная способность контроллера технического управления (Мбайт/с)            | -      | -      | 100                 |
| б) Емкость управляющей памяти гипотез (Мбайт)                                      | -      | -      | 24                  |
| в) Число процессоров когерентной обработки   | -      | -      | 40                  |
| г) Эквивалентное суммарное быстродействие процессоров когерентной обработки (оп/с) | -      | -      | 1,2x10 <sup>9</sup> |
| <b>4. ВНЕШНЯЯ ПАМЯТЬ</b>   |        |        |                     |
| - на сменных магнитных дисках (Мбайт)  | 200    | 200    | 200                 |
| - на магнитной ленте (Мбайт)   | 42     | 42     | 42                  |
| <b>5. ЗАНИМАЕМАЯ ПЛОЩАДЬ (м2)*</b>   | 36     | 54     | 144                 |
| <b>6. ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ**</b>  |        |        |                     |
| по сети 3x400 Гц, 220 В (КВА)  | 50     | 75     | 150                 |
| по сети 3x50 Гц, 380/220 В (КВА)   | 25     | 25     | 25                  |
| <b>7. РАСЧЕТНАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ (нч)</b>  | 237200 | 330800 | 617236              |

\* Без комплекта внешних устройств.

\*\* Без двигателей системы охлаждения.

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

##### ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА

— реальный масштаб времени (РМВ), режим разделения времени (РВ), пакетная обработка;

— 4 задания РМВ, 16 заданий РВ;

— многосеансовое выполнение до 256 заданий;

— устранение последствий сбоев и резервирование.

##### СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ОТЛАДКИ

— ассемблеры, Т-язык;

— алгоритмический язык высокого уровня, ориентированный на векторные вычисления;

— интерактивный режим отладки заданий РВ и РМВ в понятиях используемого языка.

ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА СИСТЕМА ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ БИБЛИОТЕКА  
ТИПОВЫХ ПРОГРАММ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

## Приложение 11

### *Ю.В. Рогачев. Биографическая справка*

Рогачев Юрий Васильевич родился 18 августа 1925 года в Калининской области. В январе 1943 года был призван в Советскую Армию и направлен на Дальний Восток. В 1945 году принимал участие в войне с Японией. В 1946 году окончил курсы военных радиотехников и до 1950 года занимался обслуживанием и ремонтом радиоаппаратуры в войсках. После демобилизации в июне 1950 года поступил на работу к И.С. Бруку в лабораторию электросистем Энергетического института АН СССР им. Г.М. Кржижановского. Принимал участие в работах по созданию одной из первых ЭВМ — машины М-1. В 1952 году поступил учиться на радиотехнический факультет Московского энергетического института (МЭИ). После окончания МЭИ в марте 1958 года вернулся (по распределению) в тот же коллектив, ставший к этому времени самостоятельной организацией — Институтом электронных управляющих машин (ИНЭУМ). Работал инженером, старшим инженером, старшим конструктором, руководителем лаборатории. Принимал участие под руководством М.А. Карцева в создании машин М-4 и М-4М.

Разработка системы логических элементов, внедренная в одну из первых серийных транзисторных ЭВМ М-4М, явилась основой кандидатской диссертации, которую Ю.В. Рогачев успешно защитил в 1967 году.

С 1967 года — главный инженер созданного на базе отдела спецразработок ИНЭУМа Научно-исследовательского института вычислительных комплексов (НИИВК). Принимал участие в создании вычислительных машин М-10, М-10М, М-13 и построении вычислительных комплексов на их основе в качестве заместителя главного конструктора, а с 1983 года — в качестве главного конструктора. В 1977 году за разработку машины М-10 в составе коллектива присуждена Государственная премия СССР.

С 1983 года — директор Научно-исследовательского института вычислительных комплексов. Награжден орденами Отечественной войны, Трудового Красного Знамени, Знак почета. В настоящее время пенсионер. Передал автору многочисленные архивные документы (в копии), освещающие жизнь и творчество М.А. Карцева.

## **Приложение 12**

***Проектные соображения по организации лаборатории при Институте точной механики и вычислительной техники для разработки и строительства автоматической цифровой вычислительной машины (печатаются первые 13 страниц из 34)***

Член-корр. АН СССР  
И.С. Брук  
Инженер  
Б.И. Рамеев  
Москва, октябрь 1948 г.

### **ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. Общая часть
2. Программа научно-исследовательских, конструкторских и производственных работ
3. Научные и производственные связи с другими НИИ и заводами
4. Основные принципы и этапы разработки
5. Состав лаборатории
6. Методика определения количества оборудования и рабочей силы
7. Характеристика основных и вспомогательных отделений лаборатории
8. Сводная ведомость рабочей силы
9. Сводная ведомость оборудования
10. Сводная ведомость капитальных затрат
11. Материалы и детали
12. Годовой фонд заработной платы
13. Сводная ведомость годовых расходов лаборатории
14. Строительная часть

### **1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

Предлагаемый проект организации лаборатории при Институте точной механики и вычислительной техники для разработки и строительства автоматической цифровой вычислительной машины является предварительным и предназначен для ориентировочного определения объема необходимых затрат, количества различного лабораторного и станочного оборудования, структуры, количества научных и инженерно-технических работников и рабочей силы, принципов конструирования, организации работ и т. д.



Строительство электронных цифровых вычислительных машин является новой областью электронной техники, и поэтому совершенно отсутствует какой-либо опыт как у нас в Советском Союзе, так и за рубежом. Это обстоятельство потребует выполнения значительного объема научно-исследовательских и конструкторских работ большим коллективом специалистов: математиков, радиотехников, электротехников, конструкторов и т. д. В силу этого же обстоятельства затрудняется и проектирование лаборатории для разработки и строительства таких машин, так как отсутствуют соответствующие укрупненные измерители.

Настоящим проектом предусматривается создание лаборатории, состоящей из научно-исследовательского, конструкторского отделений, собственных производственных мастерских, способных выполнить весь основной объем работ по изготовлению машины, и соответствующих вспомогательных отделов.

Ввиду исключительной важности быстродействующих вычислительных машин для разработки основных военных объектов необходимо срочно начать разработку и строительство этих машин. Поэтому данный проект предусматривает выделение каким-либо министерством соответствующих мастерских с зданиями и сооружениями, достаточными и подходящими для переоборудования, так как новое строительство потребовало бы значительного времени. Из нового строительства проект предусматривает только жилищное строительство, как один из основных факторов, определяющих успешное обеспечение лаборатории необходимыми кадрами. Ввиду этого в проекте не учитываются капитальные затраты на строительство производственных зданий, сооружений, по снабжению электроэнергией, водоснабжению, канализации, отоплению и т. п.

Для облегчения выбора соответствующих мастерских для переоборудования, в проекте приводятся цифры необходимых производственных площадей, количество и структура основного оборудования, раб. силы и т. п.

В течение времени, порядка 1–1,5 лет, производственные мастерские не будут заняты изготовлением основных объектов разработки, так как в это время будут вестись исследования, конструирование и изготовление макетов отдельных узлов машин, поэтому целесообразно, в порядке перестройки существующих мастерских, обучения производственных кадров и освоения новой технологии электронной аппаратуры, производить в производственных мастерских, по чертежам других институтов некоторые измерительные приборы, которые в настоящее время невозможно приобрести готовыми, но без которых немислима успешная разработка основного объекта. В первую очередь имеются в виду осциллографы со ждущей разверткой для наблюдения и измерения импульсов, импульсные генераторы разработки НИИ-17 МАП и некоторые другие.

Проектом не предусматриваются дополнительные капитальные затраты, связанные с производством измерительной аппаратуры в течение периода развертывания работ лаборатории, так как по характеру аппаратуры в этом нет необходимости.

При проектировании научно-исследовательского и конструкторского отделений лаборатории были использованы некоторые относительные показатели научно-исследовательских институтов, занимающихся разработкой радиолокационной аппаратуры, как наиболее соответствующие по тематике. При проектировании производственных мастерских были использованы некоторые опытные данные ГСПИ-5 для заводов, производящих радиоаппаратуру.

Проект составлен по ориентировочной программе научно-исследовательских, конструкторских и производственных работ. Более точно программа должна быть определена после составления эскизного проекта машины.

## **2. ПРОГРАММА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ, КОНСТРУКТОРСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОТ**

Необходимо в течение 2,5 лет разработать, сконструировать и построить одну автоматическую цифровую вычислительную машину общего назначения, работающую по релейно кодовому принципу со скоростью до 2000 арифметических операций в секунду.

Так как эта машина строится по новым схемам, требующим значительного объема научных и экспериментальных работ, не представляется возможным в настоящий момент точно определить время, необходимое для разработок и строительства. Ориентировочно принимается 2,5 года.

Проектирование конструкторского бюро и производственных мастерских производится на основании приведенной программы.

В качестве изделия-представителя взята 20-ламповая электронная схема средней сложности (приемник радиолокационной установки), для которой имеются опытные данные по трудоемкости конструкторских и сборочно-монтажных работ для условий опытного завода научно-исследовательского института и которая наиболее подходит по характеру работы.

Таблица № 1

Приведенная программа

| No<br>п/п | Наименование<br>основного изделия             | Колич.<br>по заданию | Тип<br>изделия-представителя                    | Козф.,<br>приведен<br>с учетом<br>зап.<br>частей | Колич.                       | Примечание |
|-----------|---|----------------------|---|--|------------------------------|------------|
|           |   |                      |   |  | по<br>приведен.<br>программе |            |
| 1         | Автоматическая цифровая вычислительная машина | 1                    | 20-ламповая электронная схема средней сложности | 200  | 200                          |            |
| Итого     |   |                      |   |  | 200                          |            |

## **3. НАУЧНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ С ДРУГИМИ НИИ И ЗАВОДАМИ**

Научно-исследовательские и производственные работы лаборатории организованы на основе кооперирования с другими НИИ и заводами, которые проводят разработку

некоторых специальных устройств и материалов, а также поставляют готовые детали и полуфабрикаты.

Разработки, выполняемые другими НИИ, а также детали и полуфабрикаты, поставляемые другими заводами, указаны в таблице № 2.

Таблица № 2

| NoNo<br>п/п | Наименование   | Исполнители или<br>поставщики | Министерство                | Приме<br>чание |
|-------------|--|-------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1           | Разработка электронно-лучевого накопительного устройства                   | Ин-т телевидения<br>НИИ       | МПСС                        |                |
| 2           | Изготовление электронно-лучевого накопительного устройства                 | НИИ                           | МПСС                        |                |
| 3           | Разработка специальных магнитных материалов                                |                               | МПСС                        |                |
| 4           | Получение германия повышенной чистоты                                      |                               |                             |                |
| 5           | Разработка германиевых детекторов с высоким обратным пробивным напряжением | ЦНИИ- 108                     | Комитет No 3                |                |
| 6           | Изготовление германиевых детекторов  | Зав. No                       | МПСС                        |                |
| 7           | Исследование магнитной записи коротких импульсов                           | ВИА ИЗ                        | Комитет по<br>дел. искусств |                |
| 8           | Лампы  | Зав. No                       | МПСС                        |                |
| 9           | Конденсаторы постоянной и переменной емкости                               | Зав. No.                      | МПСС                        |                |
| 10          | Сопротивления постоянные и переменные                                      | Зав. No                       | МПСС                        |                |
| 11          | Кабельные изделия  | Зав. No                       |                             |                |
| 12          | Литье  | Зав. No                       |                             |                |
| 13          | Пластмасса   | Зав. No                       |                             |                |
| 14          | Нормализованные крепежные изделия  | Зав. No                       |                             |                |

#### **4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ**

Машина, подлежащая разработке, конструированию и изготовлению в лаборатории, представляет собой уникальное, в целом очень сложное электронное устройство. Она составлена из большого количества нескольких основных типов схем и элементов. Кроме чисто электронных и магнитных узлов имеются также электромеханические узлы. Машина отличается не только конструктивной и схемной сложностью, но и новизной принципов действия и схем, поэтому требуется выполнить большой объем как производственных, так и научно-исследовательских работ. Это обстоятельство, а также характер конструкций и схем машины определили основную структуру лаборатории.

Лаборатория проектируется в составе научно-исследовательского отделения, конструкторского бюро, производственных мастерских и административно-хозяйственных служб.

Научно-исследовательское отделение состоит из нескольких групп, разрабатывающих отдельные сходные между собой по принципу действия или назначения элементы машины.

В задачу этих групп входит разработка, изготовление и испытание макетов отдельных элементов и узлов. Для ускорения и облегчения экспериментов, по опыту других лабораторий в некоторых группах предусматривается станочное оборудование для механических работ по макетированию.

Как уже упоминалось выше, разрабатываемая машина составлена из нескольких основных типов блоков и узлов. Из этих же блоков и узлов в дальнейшем могут быть составлены цифровые вычислительные машины для других специальных назначений.

Поэтому на разработку и исследование их должно быть обращено особое внимание. Для этих основных блоков должна быть определена зависимость всех технических и конструктивных показателей от разброса параметров деталей, нестабильности источников питания, влияния температуры, влажности и т. д.

Должны быть составлены таблицы и монограммы для выбора деталей в зависимости от различных условий: скорости работы, длительности импульса, входных и выходных напряжений, стабильности источников питания и т. д.

На основании результатов разработок и испытаний макетов конструкторское бюро конструирует и составляет рабочие чертежи для изготовления машины в производственных мастерских.

При конструировании должно быть обращено особое внимание на нормализацию и взаимозаменяемость деталей, блоков и узлов. Те из готовых деталей и изделий, которые подвержены износу, должны быть исключительно отечественного производства из числа освоенных или намечаемых к освоению.

При конструировании отдельных блоков, узлов и всей машины в целом должно быть обращено внимание на легкость доступа к деталям для осмотра и замены их. Габариты и вес машины не лимитируются. Производственные мастерские в целом носят характер индивидуального, опытного производства, но в то же время некоторые элементы могут изготавливаться мелкими сериями. Значительную долю трудозатрат составляют сборочные и монтажные работы.

Изделия, в основном простой формы и невысокой точности, монтируются в отдельные блоки, собираемые на каркасном основании в сложные и delicate устройства, требующие тщательной настройки и регулировки. Изготовление некоторых деталей небольшими сериями потребует специального инструмента и приспособлений. Работы по разработке, конструированию и изготовлению делятся на два этапа:

1. Разработка и составление эскизного проекта
2. Разработка и изготовление машины.

Эти два этапа делятся на следующие подэтапы:

1. Разработка и составление эскизного проекта:

- а) составление общей блок-схемы машины;
- б) составление блок-схемы отдельных узлов;
- в) заполнение блок-схемы старыми и вновь сочиненными схемами;
- г) теоретический анализ вновь сочиненных схем;
- д) экспериментальная проверка некоторых схем;
- е) составление эскизного проекта и детализация объема дальнейших работ.

2. Разработка и изготовление машины:

- а) экспериментальная проверка отдельных схем;
- б) экспериментальная проверка отдельных узлов;
- в) экспериментальная проверка совместной работы узлов;
- г) экспериментальное исследование с целью определения допустимого разброса деталей, стабильности в рабочих условиях, требуемой стабильности напряжения, требуемой мощности, рассеиваемой мощности и т. д.;

д) корректировка схемы с целью устранения нерационально использованных ламп, деталей и т. д.;

- е) рациональная разбивка схемы на электрические подузлы;

- ж) составление заданий для конструирования и конструирование машины;

- з) изготовление машины;
- и) наладивание, регулировка и испытание машины;
- к) составление методики обнаружения и устранения неисправностей;
- л) составление отчета и инструкции к пользованию машиной;
- м) предварительные эксплуатационные испытания машины;
- о) внесение изменений и исправление недостатков;
- п) государственные испытания и сдача машины.

## 5. СОСТАВ ЛАБОРАТОРИИ

На основании анализа научно-исследовательских и конструкторских работ, а также видов обработки изделий в производственных мастерских и опыта других НИИ и лабораторий, проектом установлен состав Лаборатории, указанный в таблице № 3.

Таблица № 3

| NoNo<br>n/n                      | Наименование                              | Полезная<br>площадь<br>в м <sup>2</sup> |
|----------------------------------|---|---|
| <b>A.</b>                        | <b>Научно-исследовательское отделение</b> |   |
| 1.                               | Группа по разработке общих вопросов       | 137                                     |
| 2.                               | * шифровально-кодовых устройств           | 111                                     |
| 3.                               | * арифметических устройств                | 172                                     |
| 4.                               | * накопительных устройств                 | 122                                     |
| 5.                               | * специальных измерительных приборов      | 124                                     |
| 6.                               | * оконечных устройств                     | 122                                     |
| 7.                               | * сверхскоростных способов записи         | 92                                      |
| 8.                               | * источников питания                      | 92                                      |
| 9.                               | БИП                                       | 72                                      |
| Итого: 1054 м <sup>2</sup>       |   |   |
| <b>Б.</b>                        | <b>Конструкторское бюро</b>               |   |
| 10.                              | Конструкторская группа                    | 160                                     |
| 11.                              | Копировальная группа                      | 55                                      |
| 12.                              | Архив                                     | 25                                      |
| Итого: 240 м <sup>2</sup>        |   |   |
| <b>В.</b>                        | <b>Производственные мастерские</b>        |   |
| 13.                              | Механическое отделение                    | 390                                     |
| 14.                              | Намоточное отделение                      | 52                                      |
| 15.                              | Гальваническое и малярное отделение       | 51                                      |
| 16.                              | Сборочно-монтажное отделение              | 133                                     |
| 17.                              | Ремонтное отделение                       | 151                                     |
| 18.                              | Инструментальная                          | 59                                      |
| Итого: 836 м <sup>2</sup>        |   |   |
| <b>Всего: 2500 м<sup>2</sup></b> |   |   |

В эту таблицу не включено энергетическое и складское хозяйство (котельные, трансформаторная подстанция), так как проектом предусматривается не новое строительство, а только переоборудование готовых помещений и мастерских.

## Приложение 13

### *Характеристики «Уралов»*

«Урал» — семейство цифровых вычислительных машин общего назначения, ориентированных на решение инженерно-технических и планово-экономических задач. Первые четыре модели семейства — «Урал-1», «Урал-2», «Урал-3» и «Урал-4.» — были ламповыми, «Урал-П», «Урал-14» и «Урал-16» — на полупроводниковых элементах.

Созданная в 1957 г. «Урал-1» по производительности относилась к малым машинам (в основном инженерного применения) и отличалась дешевизной. Машина имела развитую систему команд (несколько минимальных форматов) с безусловной и условной передачей управления, систему сигнализации и ручное управление, позволявшее следить за исполнением программы и вмешиваться в ход ее выполнения для внесения исправлений в процессе отладки. Основные технические характеристики машины: система счисления — двоичная, форма представления чисел — с фиксированной запятой, разрядность — 36, система команд — одноадресная, быстродействие — 100 операций в 1 сек. Оперативное ЗУ машины — на магнитном барабане, объемом 1024 слова (скорость вращения 6000 об/мин), дополнялось внешним ЗУ на магнитной ленте (40 тыс. слов) и перфоленте (10 тыс. слов). В качестве устройства ввода-вывода использовались клавишное печатающее устройство и устройство на перфоленте.

В дальнейших моделях — «Урал-2», «Урал-3», «Урал-4» было введено ферритное ЗУ, расширена емкость внешних ЗУ на барабане (8x8192 слов) и магнитной ленте (12x260 тыс. слов), а также значительно расширен набор устройств ввода-вывода. Характерно, что уже машины «Урал-2», «Урал-3», «Урал-4» образовывали ряд программно и аппаратно совместимых моделей с комплектуемым по потребностям применения составом устройств, позволяющим в некоторых пределах варьировать производительность машины.

В 1964–72 гг. создан ряд также программно и аппаратно совместимых моделей «Урал-П», «Урал-14» и «Урал-16», на единой конструктивной, технологической и схемной базе, обладающих следующими чертами. Машины образуют конструктивно, схемно и математически совместимый ряд ЭЦВМ с различной производительностью, гибкой блочной структурой, с широкой номенклатурой устройств со стандартизированным способом подключения, позволяющим составлять комплект машины, наиболее подходящий для данного конкретного применения; предусмотренные конструктивные и схемные возможности позволяют комплектовать вычислительные системы, состоящие из нескольких машин; предусмотренные возможности резервирования отдельных устройств машин позволяют создавать системы повышенной надежности: система схемной защиты данных, независимость программ от их места в памяти, система относительных адресов, развитая система прерываний и соответствующая система команд позволяют организовать одновременное решение нескольких задач; возможность работы в режимах с плавающей и фиксированной запятой, в двоичной и десятичной системах счисления,

выборка и выполнение операций со словами фиксированной и переменной длины позволяют эффективно решать как планово-экономические, так и научно-технические задачи; система аппаратного контроля обеспечивает контроль хранения, адресации, передачи, ввода, вывода и обработки данных; большая емкость оперативного ЗУ с непосредственной выборкой слов переменной длины, эффективные аппаратные средства контроля и защиты памяти, ступенчатая адресация, развитая система прерываний и приостановок, возможность подключения памяти большой емкости с произвольной выборкой на магнитных барабанах и дисках, наличие датчика времени, аппаратуры сопряжения с каналами связи и пультов операторов для связи с машиной дает возможность строить различные системы обработки данных коллективного пользования, работающие в режиме разделения времени; унификация элементов, блоков и устройств обеспечивает хорошую технологичность серийного производства машин. Последние три модели семейства построены на полупроводниковых элементах модульной конструкции, и по чисто формальным признакам (элементная база) их надо отнести к электронным вычислительным машинам второго поколения, хотя в архитектуре их имеется много черт, присущих машинам третьего поколения.

Основные технические характеристики последней модели семейства — машины «Урал-16» таковы: представление данных — слова переменной длины, числа с плавающей запятой, числа с фиксированной запятой переменной разрядности, символы; длина слова (в битах) — 1, 2..., 48; длина массива информации (в битах) — 24, 48..., 98303; разрядность чисел с фиксированной запятой — 1, 2..., 48, с плавающей запятой — мантиса 39, порядок 7; система счисления — двоичная; система команд — 300 одноадресных команд; система адресации — относительная, ступенчатая (номер массива — начало подмассива — относительный адрес слова заданной длины); время выполнения операций сложения 48-разрядных слов — 10 икс, умножения — 30 мкс; количество каналов сигналов прерывания — 64 + 24; количество уровней прерывания — 64. Оперативное ЗУ — на ферритовых сердечниках, емкостью 131–524 тыс. слов, внешние ЗУ на магн. барабане — 98–784 тыс. слов, на магнитных дисках — 5–40 млн. слов, на магнитных лентах — 8–48 млн. слов (слова длиной 24-2 бита). В качестве устройства ввода используют устройство на перфокартах — 700 карт в 1 мин., на перфоленте — 1000 строк в 1 сек, ввод с каналов связи — до 2,2 млн. бит в 1 сек. В качестве устройств вывода используют печатающее устройство, производительностью 400 строк (по 128 знаков) в 1 мин., устройство на перфокартах — ПО карт в 1 мин., выходной перфоратор — 80 строк в 1 сек, вывод в каналы связи — до 2,2 млн. бит в 1 сек., алфавитно-цифровое печатающее устройство 800 строк в 1 мин. Имеется также экранный пульт — устройство индикации, предназначенное для реализации диалога режима — с максимальным объемом воспроизводимых данных — 2048 символов. Основу системы математического обеспечения последних моделей семейства «Уралов» составляет универсальная программа-диспетчер, выполняющая функции операционной системы. В состав математического обеспечения входит также автокод АРМУ, обеспечивающий полную совместимость программ от меньшей модели к большей и запись на нем алгоритмов решения определенного круга задач. АРМУ обеспечивает запись программ для работы со словами и массивами переменной длины, выполнение операций над числами в двоичной и десятичной системах счисления с плавающей и фиксированной запятой. В системе математического обеспечения предусмотрен транслятор с АРМУ на машинный язык. Имеются программы отладки на уровне языков

машин и автокода АРМУ, для обнаружения неисправностей набор тест-программ. Библиотека программ, содержащая стандартные программы и программы решения различных задач, комплектуется из программ, написанных на языках отдельных ЭЦВМ, АРМУ, АЛГОЛ-60, АЛГАМС и АЛГЭК. Предусмотрено расширение библиотеки за счет программ, написанных на других языках и автокодах, после разработки соответствующих трансляторов с этих языков на язык АРМУ.



## **Приложение 14**

*Копия титульного листа аванпроекта Государственный комитет по радиоэлектронике СССР*

### **УНИВЕРСАЛЬНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЦИФРОВЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ**

*«УРАЛ-11», «УРАЛ-12», «УРАЛ-13», «УРАЛ-14», «УРАЛ-15»*

*Аван-проект*

*Часть 1*

*Элементы, узлы и блоки. ПС0071000Д-1 на 148 листах.*

Главный конструктор машин «Урал»  
главный инженер НИИУВМ Б. РАМЕЕВ  
27 апреля 1963 г.

Выдержки из Введения к 1 части Аван-проекта  
**ВВЕДЕНИЕ**

На основании изучения типовых применений, организационных форм использования, изучения технических заданий на ряд систем переработки и материалов по зарубежным машинам разработчики пришли к выводу, что для удовлетворения основных потребностей народного хозяйства достаточен небольшой набор вычислительных машин и машины могут быть в значительной степени унифицированы с точки зрения конструкции, технологии, схем, структуры, входных языков, систем автоматизации программирования и условий эксплуатации.

Как известно, вычислительная техника принадлежит к тем отраслям науки и техники, которые развиваются особенно быстро, поэтому вычислительные машины очень быстро морально стареют. Они становятся все более сложными, в связи с этим требуют значительного времени для разработки и освоения в серийном производстве.

Выход из этого положения, очевидно, нужно искать в унификации.

Унификация элементов, устройств и машин позволит сократить сроки разработки и освоения в производстве. Унификация входных языков, систем команд позволит сократить сроки внедрения и резко повысить эффективность использования вычислительных машин в народном хозяйстве.

Унификация даст возможность сократить номенклатуру и увеличить количество изделий вычислительной техники, окажется целесообразной организация

специализированных производств для выпуска унифицированных элементов, узлов и устройств, что даст возможность повысить качество изготовления и снизить стоимость.

Ограниченный типаж машин облегчит условия технической и математической эксплуатации большого парка машин (обеспечение запасными частями, обучение кадров обслуживающего персонала и программистов, модернизация машин и т. д.).

Ограниченный набор вычислительных машин и устройств различной производительности и назначения, могущих обмениваться информацией, позволяет создавать крупные системы для переработки информации, состоящие из многих машин, соединенных линиями связи. Различные ступени такой системы могут быть оборудованы машинами соответствующей производительности и сложности.

Все, что представлено в аванпроекте, базируется на реальных ОКР, серийно выпускаемых или осваиваемых, узлах и механизмах и освоенных технологических процессах.

Универсальность устройств, из которых составлены машины, гибкая блочная структура, позволяющая в широких пределах менять комплектность машин как по количеству, так и по типам устройств, возможность замены одних устройств другими с лучшими параметрами, добавление новых устройств, наличие развитой системы прерывания и связанная с этим возможность одновременной работы многих устройств, гибкая система команд, приспособленная к требованиям автоматизации программирования и многопрограммной работы, возможность объединения машин в системы, применение полупроводниковых приборов делает машины, представленные в аван-проекте, достаточно морально устойчивыми и ставит их на уровень наиболее распространенных зарубежных машин.

Наряду с введением новых принципов, перечисленных выше, при разработке обращалось особое внимание на технологичность конструкций.

Разработанные модульные схемные элементы, из которых построены все устройства и машины, рассчитаны на специализированное производство с использованием механизированных процессов, имеют малую номенклатуру простых схем и типонаименований деталей. Полупроводниковые приборы используются без отбора и без дополнительных, к действующим ТУ, требований. В конструкции узлов, блоков и устройств также учтены требования технологичности, связанные с необходимостью их крупносерийного производства.

Для сравнительно сложных машин и систем, рассмотренных в аван-проекте, одним из важнейших вопросов является вопрос надежности, поэтому повышению надежности при разработке обращалось особое внимание и во всех случаях, когда это оказывалось возможным, параметры надежности определялись и регламентировались.

... Разработка и освоение в производстве машин, рассмотренных в аван-проекте, может явиться переходным этапом в разработке универсальных вычислительных машин на микроминиатюрных элементах и может существенно сократить сроки появления нового поколения машин.

Для всех элементов, узлов, устройств и машин, рассмотренных в аван-проекте, приводятся проекты технических заданий на разработку, содержание которых дополняет информацию, имеющуюся в кратких описаниях.

## Приложение 15

### **Вычислительная машина «Сетунь» Московского Государственного университета**

Общая характеристика машины

Вычислительная машина «Сетунь» представляет собой автоматическую цифровую машину, предназначенную для решения научно-технических задач. Это одноадресная машина последовательного действия с фиксированным положением запятой.

Особенностью машины в математическом отношении является использование троичной системы счисления с коэффициентами 1, 0, -1.

В инженерном отношении машина примечательна тем, что в качестве основного элемента схем в ней применен магнитный усилитель с питанием импульсами тока. Такой усилитель состоит из нелинейного трансформатора с миниатюрным ферритовым сердечником и германиевого диода. Необходимые для реализации троичного счета три устойчивых состояния получаются с помощью пары усилителей. Общее число усилителей в машине — около четырех тысяч. Электронные лампы использованы в машине для генерирования импульсов тока, питающих магнитные усилители, и импульсов записи на магнитный барабан. Полупроводниковые триоды применены в схемах, обслуживающих матрицу запоминающего устройства на ферритовых сердечниках и в усилителях сигналов, считываемых с магнитного барабана.

Внутренние устройства машины работают на частоте 200 кГц, выполняя основные команды со следующими затратами времени: сложение — 180 мксек, умножение — 325 мксек, передача управления — 100 мксек.

Длина слова в арифметическом устройстве машины — 18 троичных разрядов. Команда кодируется полусловом, т. е. девятью разрядами. В запоминающем устройстве каждая пара полуслов, составляющая полное слово, и каждое полуслово в отдельности наделены независимыми адресами. Число, представленное полусловом, воспринимается арифметическим устройством как 18-разрядное с нулями в младших разрядах.

Оперативное запоминающее устройство машины, выполненное на ферритовых сердечниках, обладает емкостью в 162 полуслова.

Запоминающее устройство на магнитном барабане вмещает 2268 полуслов. Обмен между барабаном и оперативным запоминающим устройством производится группами по 54 полуслова. Предполагается ввести дополнительное запоминающее устройство на магнитной ленте и увеличить емкость барабана до 4374 полуслов.

Ввод данных в машину производится с пятипозиционной бумажной перфоленты посредством фотоэлектрического считывающего устройства, а вывод на перфоленту и печать результатов — на стандартном рулонном телетайпе. Ввод и вывод информации осуществляется также группами по 54 полуслова.

В арифметическом устройстве машины «Сетунь» 18-разрядное троичное слово рассматривается как число, в котором запятая расположена между вторым и третьим разрядами. Это число можно выразить формулой

$$\sqrt{x} = \sum_{n=-16}^{+1} a_n \cdot 3^n \quad (a_n = 1; 0; -1)$$

Диапазон чисел в арифметическом устройстве составляет  $-4,5 < x < +4,5$  при абсолютной погрешности  $|dx| < 0,5e-16$ .

Число считается нормализованным, если оно заключено в интервале  $0,5 \times 1,5$  или равно нулю. Порядок нормализованного числа изображается пятью старшими разрядами полуслова, хранящегося в запоминающем устройстве по отдельному адресу.

Девять разрядов полуслова, представляющего команду, распределены следующим образом: пять первых разрядов составляют адрес, три разряда — код операции, девятый разряд — признак модификации адреса. Если в этом разряде стоит 0, то команда выполняется без изменения адреса, если 1, то к адресу прибавляется число, находящееся в регистре модификации, если -1, то это число вычитается из адреса. Особое значение имеет младший (пятый) разряд адреса: у адреса полного слова в этом разряде -1, у адреса старшего полуслова 0, у адреса младшего полуслова 1.

В командах, относящихся к магнитному барабану или к устройствам ввода и вывода, первый разряд указывает, какая треть матрицы должна использоваться

для записи (считывания) передаваемой информации. Остальные четыре разряда адресной части команды либо обозначают номер зоны на барабане, либо используются для конкретизации команды: ввод или вывод. В функциональном отношении машина разделяется на шесть устройств:

- 1) арифметическое устройство;
- 2) устройство управления;
- 3) оперативное запоминающее устройство;
- 4) устройство ввода;
- 5) устройство вывода;
- 6) запоминающее устройство на магнитном барабане.

### **Преимущества троичной системы счисления**

Главное преимущество троичного представления чисел перед принятым в современных компьютерах двоичной состоит не в иллюзорной экономности троичного кода, а в том, что с тремя цифрами возможен натуральный код чисел со знаком, а с двумя невозможен. Несовершенство двоичной арифметики и реализующих ее цифровых машин обусловлено именно тем, что двоичным кодом естественно представимы либо только неотрицательные числа, либо только неположительные, а для представления всей необходимой для арифметики совокупности — положительных, отрицательных и нуля — приходится пользоваться искусственными приемами типа прямого, обратного или дополнительного кода, системой с отрицательным основанием или с цифрами +1, -1 и другими ухищрениями.

В троичном коде с цифрами +1, 0, — 1 имеет место естественное представление чисел со знаком (так называемая симметричная, уравновешенная или сбалансированная система), и «двоичных» проблем, не имеющих удовлетворительного решения, просто

нет. Это преимущество присуще всякой системе с нечетным числом цифр, но троичная система самая простая из них и доступна для технической реализации.

Арифметические операции в троичной симметричной системе практически не сложнее двоичных, а если учесть, что в случае чисел со знаком двоичная арифметика использует искусственные коды, то окажется, что троичная даже проще. Операция сложения всякой цифры с нулем дает в результате эту же цифру. Сложение +1 с -1 дает нуль. И только сумма двух +1 или двух -1 формируется путем переноса в следующий разряд цифры того же знака, что и слагаемые и установки в текущем разряде цифры противоположного знака.

Пример:  $111011101010 + 111011110100 = 101110011110$

В трехвходном троичном сумматоре перенос в следующий разряд возникает в 8 ситуациях из 27, а в двоичном — в 4 из 8. В троичном сумматоре с четырьмя входами перенос также происходит только в соседний разряд.

Операция умножения еще проще: умножение на нуль дает нуль, умножение на 1 повторяет множимое, умножение на -1 инвертирует множимое (заменяет 1 на -1, а -1 на 1). Инвертирование есть операция изменения знака числа.

Следует учесть, что комбинационный троичный сумматор осуществляет сложение чисел со знаком, а вычитание выполняется им при инвертировании одного из слагаемых. Соответственно троичный счетчик автоматически является реверсивным.

Важным достоинством троичного симметричного представления чисел является то, что усечение длины числа в нем равносильно правильному округлению. Способы округления, используемые в двоичных машинах, как известно, не обеспечивают этого.

Н.П. Брусенцов.

## Приложение 16

### *Управляющий комплекс для народного хозяйства УМ1-НХ*

Управляющая машина для народного хозяйства УМ1-НХ — малогабаритная управляющая машина, построенная на полупроводниковых приборах.

Машина УМ1-НХ может применяться в народном хозяйстве для решения задач управления и контроля в различных отраслях промышленности.

Для расширения областей применения УМ1-НХ, решения задач комплексной автоматизации объектов разработано многоканальное устройство ввода-вывода, образующее вместе с машиной комплекс УМ1-НХ.

### **КРАТКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

1. Система счисления — двоичная.
2. Представление чисел — с фиксированной запятой.
3. Разрядность: чисел — 15 двоичных разрядов (14 + 1 знаковый); команд — 20 двоичных разрядов.
4. Адресность — переменная (одно-, двух- и трехадресная).
5. Быстродействие: 5000 сложений в секунду; 1000 умножений или делений в секунду.
6. Объем запоминающих устройств с произвольной выборкой:  
Внутренняя память:  
— оперативное запоминающее устройство чисел — 256 слов;  
— постоянное запоминающее устройство констант — 512 слов;  
— постоянное запоминающее устройство команд — 2048 слов.  
Внешняя память (входит в состав внешнего устройства ввода-вывода):  
— оперативное запоминающее устройство чисел — 512 слов, с возможностью наращивания до 4096 слов блоками по 512 слов;  
— оперативное запоминающее устройство команд — 512 слов, с возможностью наращивания до 4096 слов блоками по 512 слов.
7. Система команд состоит из 32 команд. В состав системы команд входит ряд специальных операций, обеспечивающих обмен информацией между машиной и объектами управления и работу в реальном масштабе времени.
8. Устройство ввода-вывода включает в себя следующие устройства и каналы связи с объектом управления:  
Внутреннее устройство ввода-вывода (входит в состав машины).  
Восемь каналов для ввода информации в виде напряжения постоянного тока, изменяющегося от -5 до +5 в. Точность преобразования — 0,4 %. Время преобразования — около 600 мксек.  
Восемь каналов для ввода информации в виде угла поворота вала. Точность преобразования — 0,05 %. Время преобразования и ввода — 200 мксек.

Канал для ввода полноразрядной цифровой информации. Время ввода — 20000 мксек. Четыре канала для вывода информации в виде напряжения переменного тока с максимальной амплитудой 2,5 в. Точность преобразования — 3 %. Время вывода — 200 мксек.

Четыре канала для вывода цифровой полноразрядной информации или информации в виде напряжения (по желанию потребителя). Время вывода — 200 мксек.

Внешнее устройство ввода-вывода:

Преобразование угла поворота вала в код с точностью 0,05 или 0,01 % < (по желанию потребителя) и каналы ввода и преобразования информации от датчиков вал-код, объединенные в блоки по 8 каналов в каждом. Время преобразования и ввода — 200 мксек.

Каналы для ввода и вывода одnorазрядной цифровой информации, объединенные в блоки по 40 каналов в каждом. Время ввода и вывода — 200 мксексек.

Каналы для ввода и вывода полноразрядной цифровой информации, объединенные в блоки по 8 каналов в каждом. Время ввода и вывода — 200 мксексек.

Каналы для ввода информации в виде напряжения постоянного тока, изменяющегося от 0 до -10 в, объединенные в блоки по 32 канала к каждому.

Время ввода и преобразования — 300 мксек. Точность преобразования — 0,2 % (те же каналы по желанию потребителя могут быть использованы для ввода информации в виде постоянного тока, изменяющегося в диапазоне 0–5 ма, при этом остальные характеристики сохраняются).

Каналы для вывода информации в виде напряжений постоянного или переменного токов (по желанию потребителя) с амплитудой, изменяющейся от -5 до +5 в, объединенные в блоки по 8 каналов в каждом. Точность преобразования — 0,4 %. Время преобразования и вывода — 200 мксек.

Каналы для вывода информации в виде напряжения постоянного тока с амплитудой, изменяющейся от 0 до -15 в, объединенные в блоки по 8 каналов в каждом. Точность преобразования — 2 %. Время преобразования и ввода — 200 мксек.

Каналы для выдачи управляющих сигналов усилителям шаговых двигателей, объединенные в блоки по 8 каналов с каждым.

Каналы для ввода информации в виде напряжения, изменяющегося в диапазоне 0–50 в. Время преобразования — 32 мсек. Точность преобразования — 0,4 %. К одному преобразователю можно подключить до 16 релейных коммутаторов на 32 канала каждый. Количество каналов — по желанию потребителя, но не должно превышать 2048.

Устройство для ввода информации с перфоленты и вывода информации на перфоленту на основе телеграфного аппарата СТА-2М.

Устройство печати, использующее электрическую печатающую машинку ЭУМ-23.

Автоматическая система прерывания для обеспечения работы в реальном масштабе времени. Количество каналов прерывания до 30 (по желанию потребителя).

Генератор циклов для организации работы в реальном масштабе времени и для подсчета количества внешних импульсов. Количество входов — 8.

Электронные часы, показывающие время в часах, минутах и секундах в течение суток.

Перечисленные выше каналы связи машины с управляемым объектом могут наращиваться в количестве, требуемом потребителю, но так, чтобы количество входных каналов не превышало 2048, не считая каналов милливольтовых уровней (это же условие относится и к выходным каналам).

Пульт оператора, в функции которого входит:

- а) контроль исправности системы и ее визуальная и звуковая индикация;
- б) контроль состояния объекта управления путем визуальной индикации на табло контролируемых параметров и их отклонений от нормы с одновременным указанием текущего времени;
- в) корректировка содержимого любой ячейки памяти чисел и программ;
- г) пуск и останов системы.

Действия, указанные в пп.1–3, производятся параллельно с работой системы по основной программе.

9. Габариты машины УМ1-НХ — 880x535x330 мм, вес блока питания — 80 кг, потребляемая мощность — 200 Вт.

10. Комплекс УМ1-НХ конструктивно оформляется в корпусах, аналогичных корпусу машины, при этом вес, габариты и потребляемая мощность определяются требуемой комплектацией системы.

В одном корпусе могут разместиться 10 различных блоков ввода-вывода, образуя устройство связи с объектом (УСО). Блок питания УСО аналогичен такому же блоку машины УМ1-НХ, но в зависимости от типа УСО может содержать различные выпрямители. Мощность, потребляемая блоками питания УСО, 200 Вт. Устройство связи с объектом компонуется в шкафах. В каждом шкафу размещаются два УСО, три блока питания и система принудительной вентиляции с водяным охлаждением (температура воды 0–15 С, расход воды не более 500 л/ч). Габариты шкафа — 1200x650x1660 мм.

В качестве первичного источника напряжения для всего комплекса УМ1-НХ может быть использован мотор-генератор, обеспечивающий напряжение 220 В частотой 50 Гц и мощностью 4 кВт



## Использованная литература

*Лебедев Сергей Алексеевич* // БСЭ. 2 изд. — М., 1953. Лебедев Сергей Алексеевич // Вестн. АН СССР. 1954.

*Нестеренко А.Д., Швец И.Т.* Сергей Алексеевич Лебедев // Вопросы электроавтоматики и радиотехники. — Вып. 1. 1954.

*Лебедів Сергій Олексійович* // УРЕ. — К., 1962. Т. 8.

Чествование академика С.А. Лебедева // Вестн. АН СССР. 1963.

*Дородницын А.А.* Машина будущего // Известия. 1964. 24 июня.

*Пухов Г.Е., Рабинович З.Л., Стогний А.О.* Кибернетика // УРЕ — К., 1966. Т. 17.

*Лебедів Сергій Олексійович* // Історія Академії наук Української РСР. Т. 2. — К., 1967.

*Глушков В.М., Лаврентьев М.А., Марчук Г.Н.* Флагман вычислительной техники // Известия. 1969. 6 сент.

*Давыдченко В.* Дело жизни (интервью с М.А. Лаврентьевым) // Известия. 1970. 19 нояб.

*Лебедев Сергей Алексеевич* // БСЭ. 2 изд. — М., 1973. Т. 14.

*Барковский Б.А., Малиновский Б.Н., Рабинович З.Л.* Вычислительная техника // Энциклопедия кибернетики. Т. 1. — К., 1974.

*Гутер Р.С., Полуянов Ю.Л.* От абака до компьютера. — М., 1975.

*Малиновский Б.Н., Хоменко Л.Г.* До історії створення електронних цифрових обчислювальних машин першого покоління і початкових методів програмування в Українській РСР // Нариси з історії і техніки. Вип. 21. — 1975.

К 25-летию создания отечественной ЭВМ // Управляющие системы и машины. — 1976. № 6.

*Королев Л.Н., Мельников В.А.* Об ЭВМ БЭСМ-6.

*Дашевський Л.Н., Хоменко Л.Г.* Перша вітчизняна електронна обчислювальна машина — ювіляр року // Автоматика. — 1976. № 6.

*Малиновский Б.Н.* МЭСМ и ее создатели // Управляющие системы и машины. — 1992. № 1/2.

*Сергей Алексеевич Лебедев* / Сост. Н.С. Лебедева и др. — К. 1978.

От БЭСМ до супер-ЭВМ. Страницы истории Института ИТМ и ВТ им. С.А. Лебедева АН СССР в воспоминаниях сотрудников / Под ред. Г. Г. Рябова-. — М., 1988.

*Бурцев В.С.* Научное наследие академика С.А. Лебедева // Кибернетика и вычислительная техника. Вып. 1. — 1982.

*Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара.* Как это начиналось. — М., 1981.

*Боголюбов Н., Лаврентьев М., Лебедев С., Петров Б.* Сплав теории и практики. — «Известия». 1964, 8 апр.

*Васильев Ан.* Общение человека с вычислительной машиной. // «Новый мир». 1970. № 6.

Висока нагорода Батьківщини // «Радянська Україна». 1969, 15 бер.

*Глушков Виктор Михайлович* // БСЭ. — Т. 6. С. 609.

*Глушков Віктор Михайлович* // УРЕ. — Т. 36. С. 310.

*Глушков Віктор Михайлович* // РЕС. — Т.1. С. 473.

Завод завтрашнего дня. — Интервью корреспонденту журн. «Техника-молодежи». 1971, № 9.

*Католин Лев.* Большой поиск // «Новый мир». — 1964. № 2.

*Келдыш М.* Прогресс советской науки и техники. — «Правда». 1964. 22 апр.

Кибернетика, изобретательство и ЭВМ // «Изобретатель и рационализатор». — М., 1973.

*Максимович Г.* Электронный мозг, его сегодня и завтра // «Радуга». 1971. № 12.

*Максимович Г.* Может ли машина творить // «Техника — молодежи». 1972. № 8.

*Максимович Г.* Возможности «электронного творца». // «Радуга». 1973. № 4.

*Манучарова Е.* Что остается людям. // «Неделя». 1963. 24–30 нояб.

*Манучарова Е., Янкулин В.* Наука управления. // «Неделя». 1972. № 37.

*Моев В.* Человеку — человеческое, машине — машинное // «Литературная газета». 1971. 21 апр.

*Моев В.* Электронный ключ — не фантазия, а реальность // «Литературная газета». 1973. № 18.

*Патон Б.Э.* Впевнена хода науки і техніки // «Радянська Україна». 1970. 25 груд.

«Я — гражданин Советского Союза» // «Неделя». 1972. № 32.

*Михалевич В.С., Ляшко И.И., Стогний А.А., Сергиенко И.В., Капитонова Ю.В.* Виктор Михайлович Глушков // Биобиблиография ученых УССР. — К., 1975.

*Мушкетик Ю.* На круті гори. — К., 1976.

*Моев В.* Бразды управления. — М., 1977.

*Капитонова Ю.В., Летичевский А.А.* О некоторых идеях формирования математического аппарата кибернетики в работах В.М. Глушкова // Кибернетика. 1982. № 6.

*Михалевич В.С.* О работах В.М. Глушкова в области автоматизации управления // Кибернетика. 1983. № 4.

*Патон Б.Е.* Уроки Глушкова // «Правда». 1983. 23 авг.

*Михалевич В.С.* Ученый опередивший время // «Правда Украины». 1983. 23 авг.

*Деркач В.П., Канигин Ю.М.* Життя мов спалах // «Киш». 1983. № 8.

*Сергтко О., Панышин Б.* Мережі ЕОМ — сьогодні і завтра. — «Знання та праця». 1983. № 8.

*Летичевский А.А., Капитонова Ю.В., Юценко Е.Л., Сергиенко И.В., Вельбицкий И.В.* О работах Виктора Михайловича Глушкова в области программирования // «Программирование». 1983. № 4.

*Деркач В.П.* Яскраве світло щедрого таланту // «Наука і суспільство». 1983. № 8.

Выдающийся советский ученый и организатор науки. (К 60-летию со дня рождения В.М. Глушкова) // «Управляющие системы и машины». 1983. № 4.

*Моев В.* «Мосты» и «башни» академика Глушкова // «Знамя». 1985. № 10.

*Павленко М.* Академік Глушков — погляд в майбутнє. — К., 1988.

*Глушков В.М.* (К 65-летию со дня рождения) // Кибернетика. 1988. № 4.

*Капитонова Ю.В., Михалевич В.С.* Памяти В.М. Глушкова // «Кибернетика и системный анализ». 1991. № 6.

*Апокин И.А., Майстров Л.Е., Эдлин И.* Чарльз Бэббидж. — М., 1981.

*Гутер Р.С., Полуянов Ю.Л.* От абака до компьютера. — М., 1981.

*Апокин И.А., Майстров Л.Е.* Развитие вычислительных машин. — М., 1974.