

# КАК ЭТО НАЧИНАЛОСЬ

**Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара**

Новое в жизни науке технике,

Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара,

кандидаты технических наук

Серия «Математика, кибернетика» № 1, 1981 г.

Издается ежемесячно с 1967 г.

(Воспоминания о создании первой отечественной электронной вычислительной машины—  
МЭСМ)

Издательство «Знание» Москва 1981

В 1981 г. исполняется 30 лет со времени сдачи в эксплуатацию первой отечественной электронной вычислительной машины — МЭСМ. Л.Н. Дашевский и Е.А. Шкабара, непосредственные участники ее создания, делятся своими воспоминаниями о славном периоде советской науки, с которого началось бурное развитие вычислительной техники и кибернетики в Советском Союзе, рассказывают о своем учителе — Герое Социалистического Труда академике С.А. Лебедеве. Книга рассчитана на широкий, круг читателей, интересующихся историей развития отечественной вычислительной техники.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Несомненно, что для развития современной науки, равно как и для прогресса всего народного хозяйства, огромное значение имеет совершенная вычислительная техника. На нее теперь возложено производство сложнейших вычислительных работ, крайне необходимых для нормального функционирования экономики, управления производством, проектирования новых технических систем, автоматизация эксперимента, а также решение множества различных и притом весьма важных логических проблем. Вычислительная техника превратилась в один из основных элементов всего научно-технического прогресса. Она стимулировала прогресс самой математической науки, вызвав к жизни ряд новых математических дисциплин и предложив новый метод научного и прикладного исследования — моделирование процессов на ЭВМ.

Сказанное, является достаточным основанием для того, чтобы не забывать имена тех, кто прокладывал первую тропу через неведомое и создал первую электронную вычислительную машину не только в нашей стране, но и в Европе. Очень важно сохранить воспоминания тех, кто своим трудом помогал превратить идею машины в действующую техническую систему. Им приходилось преодолевать огромные трудности, которые всегда сопровождают первопроходцев. К тому же, эти трудности были многократно увеличены тем, что страна была разорена только что закончившейся Великой Отечественной войной, и с большим трудом могла предоставить лишь самые минимальные условия для работы.

Настоящая брошюра написана двумя соратниками Героя Социалистического Труда, академика Сергея Алексеевича Лебедева (1902—1974) Л.Н. Дашевским и Е.А. Шкабара. На их плечи лег тяжелый труд не только своих непосредственных обязанностей по лаборатории, но и организационные заботы, связанные с проектированием и постройкой машины.

Лев Наумович Дашевский в ту пору занимал пост заместителя заведующего лабораторией, возглавляемой С.А. Лебедевым. В 1946 г. он возвратился в Киев после демобилизации из армии, где был начальником радиоузлов сначала на Сталинградском, а затем на Южном и четвертом Украинском фронтах. Сразу же после возвращения в Киев он был принят на работу в лабораторию Лебедева, а через год защитил кандидатскую диссертацию.

Екатерина Алексеевна Шкабара была парторгом лаборатории и уделяла большое внимание организации коллектива, который, не считаясь со временем, выполнял титанический труд по созданию МЭСМ. Во время войны Е.А. Шкабара была начальником лаборатории автоматических устройств на одном из уральских заводов боеприпасов. В конце 1944 г. она возвратилась в Киев, поступила в аспирантуру АН УССР и весной 1948 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию. Ее руководителем был С.А. Лебедев. Понятно, что Сергей Алексеевич, зная и ценя научную увлеченность и инициативу Екатерины Алексеевны, сразу после защиты пригласил ее в свою лабораторию в качестве научного сотрудника.

Несомненно, что Л.Н. Дашевский и Е.А. Шкабара были ближайшими помощниками С.А. Лебедева, на которых он мог опереться во всех делах, и действительно опирался. Я счастлив, что позднее, уже после отъезда С.А. Лебедева в Москву, мне пришлось руководить созданным им коллективом, очень дружным и работоспособным. Тогда я, в частности, убедился в отменных деловых качествах, научной инициативе и бескорыстности обоих сподвижников С.А. Лебедева — Л.Н. Дашевского и Е.А. Шкабара. Именно их безотказной помощи в значительной степени обязан своим созданием (из небольшой по численности лаборатории вычислительной техники) Вычислительный центр АН УССР (теперь Институт кибернетики АН УССР).

Когда С.А. Лебедев принялся за создание электронной вычислительной машины, он, как никто лучше, знал, что народное хозяйство Родины испытывает огромную потребность в выполнении большого объема трудоемких достоверных расчетов. И еще он знал, что в своей работе коллектив может рассчитывать только на свои знания и свой опыт. Ведь тогда имелись лишь самые общие сведения о том, что подобная машина уже построена в США. Однако принципы ее действия и техническое осуществление были полностью засекречены. Уже в ту пору правительство США относило электронные вычислительные машины к категории стратегических устройств; Все приходилось делать самим в условиях крайней нехватки материалов и приборов. И если машина была создана и притом в очень короткий срок, то это, удалось сделать только благодаря самоотверженности, энтузиазму и несомненной талантливости членов созданного Лебедевым коллектива лаборатории.

Создание МЭСМ — славная страница истории советской науки. С нее началось бурное развитие вычислительной, управляющей и информационной техники в Советском Союзе. И знакомство с ней вызовет несомненный интерес советских читателей, особенно молодежи. На таких фактах истории молодежь учится творчеству, узнает, что для создания нового нужно иметь, не только свежую идею, но и подлинный энтузиазм, позволяющий с увлечением выполнять огромное количество черновой работы, преодолевать массу трудностей теоретического, экспериментального и организационного плана.

Родина высоко оценила этот труд. С.А. Лебедеву была присуждена Ленинская премия, а на заседании Президиума АН Украинской ССР от 7 января 1977 г., посвященном 25-летию юбилею первой отечественной ЭВМ — МЭСМ, Президиум АН УССР и Республиканский комитет профсоюза работников просвещения, высшей школы и научных учреждений наградили почетными грамотами 11 основных участников разработки и создания МЭСМ (А.Л. Гладыш, Л.Н. Дашевский, З.С. Зорина-Рапота, В.В. Крайницкий, И.П. Окулова, Р.Г. Офенгенден, С.Б. Погребинский, С.Б. Розенцвейг, А.Г. Семеновский, Е.А. Шкабара, М.Д. Шулейко.).

На первых порах разработка ЭВМ проходила практически без участия математиков. Теперь это уже пройденный этап. Опыт, который накопили все страны, убедительно показывает, что эта работа должна осуществляться совместно инженерами и математиками, поскольку ЭВМ является не только техническим сооружением, но и логическим, которое должно решать математические и логические задачи. Но кто лучше математиков знает, какие операции, как часто приходится использовать при решении разнообразных классов задач.

МЭСМ была по современным представлениям очень «медленной» и очень громоздкой машиной. Современные машины компактнее и одновременно производительнее МЭСМ в десятки тысяч раз. Но МЭСМ была первой машиной в Европе, и с нее пошло отечественное производство ЭВМ. И хотя при современных деталях и элементах ЭВМ с возможностями МЭСМ можно вмести в четыре спичечных коробка, ее создание не теряет своего принципиального значения.

МЭСМ была первым толчком для ряда конструкторов, начавших работать и в несколько отличных от С.А. Лебедева направлениях. За короткий срок были созданы другие модели ЭВМ — «Стрела», «Урал» и др. В Союзе начали появляться коллективы талантливых разработчиков ЭВМ и почти сразу велись поиски по использованию ЭВМ для управления производственными процессами и решения других важных задач, с ними связанных. Но это далеко не все. Именно с МЭСМ началась успешная работа по программированию вычислительных и логических задач для ЭВМ. В университетах стали готовить специалистов по новой математической специальности — программированию. Примерно за 30 лет существования ЭВМ в нашей стране подготовлены тысячи специалистов по эксплуатации ЭВМ и подготовке задач для их решения на ЭВМ. Страна покрылась сетью мощных вычислительных центров, обеспечивающих народному хозяйству и науке выполнение колоссального по объему количества вычислительных работ. ЭВМ используются для управления быстропротекающими производственными процессами, для обработки информации, получаемой со спутников, решают задачи физики, космонавтики и многие другие. ЭВМ сделали неотъемлемой составной частью научно-технического прогресса.

Я с удовольствием прочитал рукопись настоящей брошюры не только потому, что она живо написана, но и потому, что перед моими глазами вновь прошла яркая картина борьбы за создание советской электронной вычислительной техники. Я как бы вновь оказался в кругу деятельного и работоспособного коллектива бывшей лаборатории С.А. Лебедева. В памяти прошли интересные годы совместной работы уже по использованию и развитию принципов, заложенных в МЭСМ, для других задач.

Б. ГНЕДЕНКО

## ВСТУПЛЕНИЕ

В конце 1981 г. исполняется 30 лет с тех пор, как была создана и принята в эксплуатацию первая отечественная малая электронная счетная машина — МЭСМ, положившая начало развитию вычислительной техники в СССР.

В конце 1947 — начале 1948 г. в Институте электротехники Украинской Академии наук в Киеве небольшой коллектив приступил к созданию первой отечественной ЭВМ МЭСМ по идеям и под руководством родоначальника отечественной вычислительной техники Героя Социалистического Труда академика С.А. Лебедева.

В январе 1977 г. Президиум АН УССР отмечал 25-летний юбилей сдачи МЭСМ в эксплуатацию правительственной комиссии.

Сейчас, когда тысячи ЭВМ работают во всех отраслях нашего народного хозяйства и науки, когда они стали обыденным явлением нашей жизни, трудно даже себе представить, что только 30 лет отделяют нас от того времени, когда их не существовало и слова «ЭВМ» не было в нашем лексиконе.

Так же, как без электричества и пара не могла совершиться первая промышленная революция, без электронных вычислительных машин не могла бы наступить эпоха научно-технической революции наших дней.

Важность и необходимость чего-то привычного в нашей жизни мы ощущаем подчас только тогда, когда теряем его. Исчезновение сейчас всех ЭВМ было бы подобно исчезновению электроэнергии в большом современном городе со всеми вытекающими из этого последствиями. Подобные ситуации отнюдь не воображаемые, а вполне реальные. 14 июля 1977 г. в Нью-Йорке в результате аварии, прекратилась подача электроэнергии более чем на сутки. Огромный город с 10-миллионным населением погрузился во мрак и оцепенение. Остановились метро и почти весь транспорт (из-за отсутствия уличного освещения и светофоров), в небоскребах остановились лифты, перестали работать водопровод и канализация, остановились промышленные предприятия, в том числе и производившие пищевые продукты для 10 миллионов жителей, перестали работать учреждения, банки, магазины... Это была катастрофа, сравнимая разве что со стихийным бедствием — ураганом или землетрясением.

Первая отечественная ЭВМ — МЭСМ, созданная 30 лет назад, была очень несовершенна, так же как свеча Яблочкова или радиопередатчик Попова, но она положила начало созданию серии все более и более совершенных ЭВМ, стала (и теперь это совершенно ясно) одним из камней в фундаменте НТР.

31 мая 1977 г. на здании, где размещался Институт электротехники АН УССР, который в 1947—1951 гг. возглавлял академик С.А. Лебедев и где в эти годы под его руководством была создана первая отечественная ЭВМ, была открыта мемориальная доска с такой надписью: «В этом доме в Институте электротехники АН УССР в 1946—1951 гг. работал выдающийся ученый, создатель первой отечественной электронной вычислительной машины, Герой Социалистического Труда академик Сергей Алексеевич Лебедев».

В своих выступлениях на заселении Президиума АН УССР 7 января 1977 г. и на открытии мемориальной доски, президент АН УССР академик Б.Е. Патон говорил, что имя С.А. Лебедева — родоначальника отечественной вычислительной техники — по праву стоит рядом с именами И.В. Курчатова и С.П. Королева и что создание в тяжелые послевоенные годы первой

оригинальной отечественной ЭВМ было научным и трудовым подвигом С.А. Лебедева и небольшого коллектива работавших с ним сотрудников.

Незадолго до своей смерти Сергей Алексеевич Лебедев приезжал в Киев. С несколькими своими бывшими сотрудниками он поехал в Феофанию, туда, где более 20 лет назад под его руководством создавалась первая отечественная электронная вычислительная машина МЭСМ.

Долго стоял он молча, потом сказал: «Здесь мы начинали...»

Сергей Алексеевич был большим ученым, и наука была его одной, но пламенной страстью. Очень скромный, молчаливый, он не любил восхвалений и громких слов в свой адрес. Ему были свойственны чрезвычайная выдержанность, тактичность и в то же время внимание и доброжелательность к людям. Скольких он поддержал, скольким он дал верное направление на трудном пути в науку!

Под бесстрастной внешностью и холодноватой молчаливостью скрывались и «жар холодных чисел», и огромная страстность увлеченности наукой, и постоянная напряженность творческой мысли. Полная самоотреченность и самоотдача той научной идее, которой в это время он был поглощен, были его характерными чертами.

Работать с Сергеем Алексеевичем было не легко: работа с ним требовала того же полного отречения от всех обычных житейских дел. Сергей Алексеевич торопил время, он знал, что от результатов нашей работы зависит будущее страны.

Теперь, оглядываясь назад и вспоминая эти годы работы с Сергеем Алексеевичем, годы создания первой отечественной ЭВМ, мы еще более чем тогда понимаем и чувствуем, что, то состояние причастности к большой науке, то ощущение пульса времени и необходимости нашего участия в его свершениях не повторится в нашей жизни.

Это был тяжелый, напряженный труд. Это было творчество. Это было счастье сотворения нового своими руками.

Сейчас Сергея Алексеевича уже нет с нами, нет пионера отечественной вычислительной техники, главного конструктора первой и ряда последующих более совершенных ЭВМ в нашей стране. Он уже никогда не сможет рассказать о том, «откуда и как есть пошла» вычислительная техника на земле нашей.

Наш долг перед отечественной наукой и нашим учителем академиком С.А. Лебедевым рассказать о том, как это начиналось.

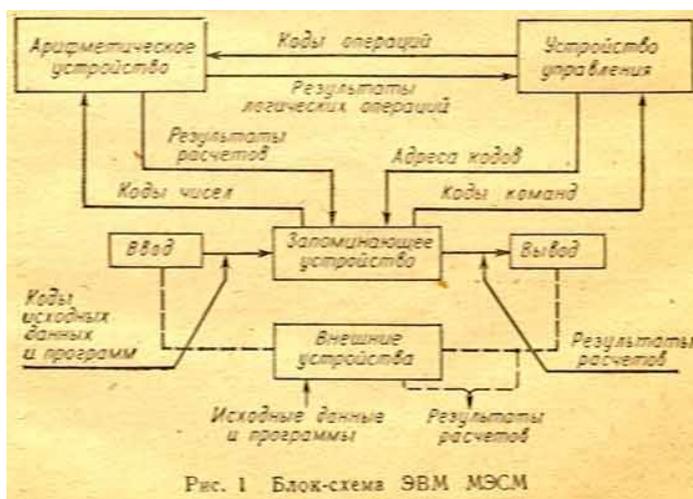


Рис. 1. Блок-схема ЭВМ МЭСМ



Рис. 2. Группа управления и магнитной памяти

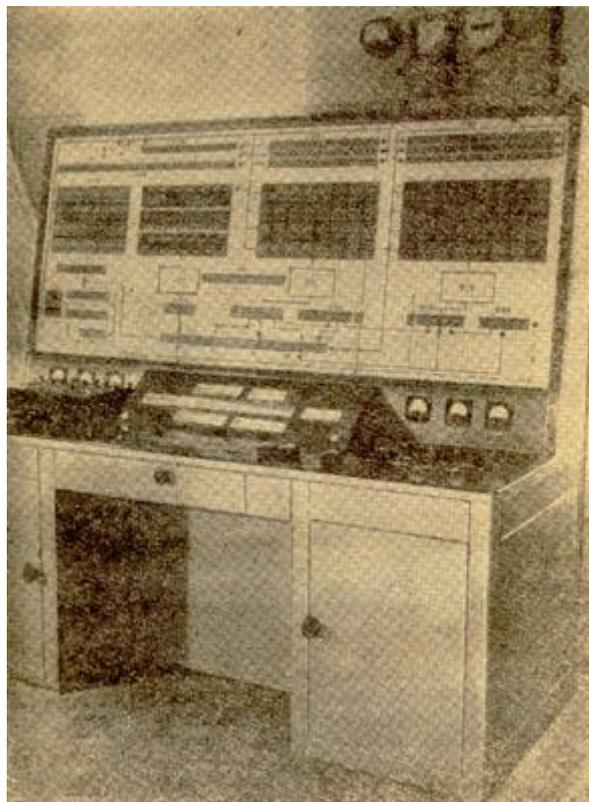


Рис.3. Пульт управления ЭВМ МЭСМ



Рис. 4. Комплексная отладка МЭСМ

## 1. ПЕРВЫЕ ШАГИ

Шли трудные послевоенные годы - 1946, 1947... Еще лежал в развалинах Крещатик и большинство прилегающих к нему улиц. Даже коренные киевляне терялись среди этих искореженных глыб бетона, кирпича и металла. Где-то здесь была улица Прорезная и на углу ее «Детский мир». А где угол Крещатика и улицы Ленина?

В подвалах полу развалившихся зданий еще находили неразорвавшиеся мины. Киевляне выходили на субботники по уборке обломков обрушившихся зданий. Поэт призывал нас: «Мила сетрінко, любий братику, попрацюємо на Хрещатику».

В эту вторую послевоенную весну и приехал в Киев С.А. Лебедев, который в 1945 г. был избран действительным членом АН УССР и стал директором Института энергетики АН УССР (из этого института вскоре выделился Институт электротехники — нынешний Институт электродинамики).

Страна залечивала раны, нанесенные войной, и в этих условиях крайне возросла потребность народного хозяйства в выполнении трудоемких расчетов, которые нужно было выполнить достаточно быстро, с высокой точностью и достоверностью. Особенно это относилось к потребностям развивающейся атомной и ракетной техники. Уже возникали задачи, связанные с расчетом траектории летающих пилотных и беспилотных систем в реальном масштабе времени. Возникали задачи выбора оптимальных конструкций среди ряда возможных вариантов. Эти задачи являются одними из наиболее характерных задач, решаемых с помощью быстродействующих вычислительных машин и сегодня.

Кроме атомной и ракетной техники, потребность в быстрых и точных вычислениях, а особенно связанных с возможностью автоматизации логического выбора наиболее удачных вариантов, путей нахождения оптимальных условий, возникала в области энергетики, химической и нефтехимической промышленности (оптимизация технологических режимов), радиоэлектроники, машиностроения (расчеты конструкций) и в других отраслях народного хозяйства.

Ко времени приезда в Киев С.А. Лебедев был уже одним из крупнейших специалистов по вопросам устойчивости и автоматизации электрических систем. Написанная им в 1934 г. совместно с П.С. Ждановым монография «Устойчивость параллельной работы электрических систем» на протяжении многих лет являлась одним из основных учебников по этому вопросу.

Руководя одной из лабораторий Всесоюзного электротехнического института, Сергей Алексеевич занимался задачами исследования устойчивости, для решения которых требовалось проведение сложных и трудоемких расчетов. Невозможность быстрого выполнения этих расчетов сдерживала развитие отечественной энергетики.

В стране в это время шло интенсивное восстановление разрушенной войной промышленности, начиналось строительство больших гидроэлектростанций на Волге и велась подготовка к освоению громадных энергетических возможностей сибирских рек. Возникла необходимость передачи больших мощностей на значительные расстояния. В этих условиях вопросы повышения устойчивости параллельной работы электрических систем приобретали важнейшее народнохозяйственное значение.

Кроме решения задач устойчивости энергосистем, С.А. Лебедеву приходилось решать и ряд задач, связанных с электронной автоматикой, используемой в промышленности и оборонной технике, в том числе с созданием первых в стране электронных регуляторов и другой аппаратуры.

Непрерывно сталкиваясь в своей научной деятельности с затруднениями, связанными с невозможностью выполнения громоздких расчетов, Сергей Алексеевич, будучи прекрасно эрудированным ученым, отдавал себе отчет в том, что для успешного решения крайне важных задач народного хозяйства и обороны, необходимо создание новой вычислительной техники, основанной на применении быстродействующей электронной аппаратуры в сочетании с программным управлением. Одним из первых он оценил всю важность создания электронных вычислительных машин.

Этими же вопросами интересовались в годы войны и американские ученые, которые по заказам военно-морского флота США для решения некоторых оперативных задач береговой обороны (например, задачи встречи летящего снаряда и движущегося корабля) в 1945 г. разработали в Пенсильванском университете и ввели в действие на абердинском баллистическом полигоне первую в мире электронную вычислительную машину с фиксированными программами ЭНИАК, которая первоначально была использована для расчетов траекторий полета снарядов береговой артиллерии, а впоследствии и для решения других задач.

Единственная публикация об этой машине была помещена в издании Пенсильванского университета автором ЭНИАКа Д.П. Эккертом. В 1947 г. в Советском Союзе появился американский журнал со статьями Г. Айкена и Г. Гольдштейна с описанием некоторых принципов построения ЭВМ. Однако эти описания были весьма туманны, без приведения достаточного конкретного материала.

Таким образом, создание первой отечественной ЭВМ нужно было начинать буквально с нуля.

Следует поражаться тому мужеству и научному бесстрашию Сергея Алексеевича, который в 45 лет, будучи уже известным ученым, решил полностью переключиться на совершенно новую область науки. Нужно удивляться той научной и гражданской ответственности и чуткости, с которой он безошибочно определил огромную важность и необходимость срочного создания ЭВМ в нашей стране, отсутствие которых уже тормозило развитие чрезвычайно важных фундаментальных исследований, получивших в дальнейшем широкое развитие.

В период подготовки к созданию первой отечественной ЭВМ — МЭСМ, с целью ознакомления с существовавшими к тому времени вычислительными (неэлектронными) машинами, а также для выработки рекомендаций по основным техническим и математическим характеристикам новой разрабатываемой машины в Институте электротехники был организован семинар, к участию в котором С.А. Лебедев привлек, кроме своих непосредственных помощников, многих видных ученых — математиков и физиков. В частности, этот семинар посещали академик АН СССР М.А. Лаврентьев, академики АН УССР Б.В. Гнеденко и А.Ю. Ишлинский, член-корреспондент АН УССР А.А. Харкевич и другие. От Института электротехники в семинаре участвовали: Л.Н. Дашевский, В.В. Крайницкий, З.Л. Рабинович, И.П. Окулова, Е.А. Шкабара и другие.

На семинаре был заслушан цикл лекций И.Б. Погребысского о счетно-аналитических и релейных вычислительных машинах, которые к тому времени выпускались в Советском Союзе и за рубежом, сообщения А.А. Харкевича о развитии систем магнитной записи. Математики информировали семинар о характере задач, которые должны были решаться на электронных вычислительных машинах. Были подвергнуты дополнительному рассмотрению вопросы структурной схемы машины и ее основных технических характеристик.

Главными обсуждавшимися вопросами были: 1. Форма представления чисел в машине (с плавающей или фиксированной запятой). 2. Количество двоичных разрядов. 3. Система команд и состав операций. Другие вопросы, связанные с техническими характеристиками, решались в процессе разработки машины с учетом реальных возможностей и уровня отечественной промышленности, выпускающей радиодетали, которые, естественно, не были предназначены для работы в ЭВМ.

1. Представление числа с «плавающей запятой» (т.е. так, как это обычно делается при ручном счете, когда запятая, отделяющая целую часть числа от дробной, может располагаться между любыми разрядами) более удобно и не требует введения специальных масштабов, однако машина при этом усложняется приблизительно на 20-30 %. Если запятую фиксировать перед каким-либо разрядом (чаще всего перед старшим), то все числа, с которыми оперирует машина, будут находиться в диапазоне от -1 до +1, т.е. будут правильными дробями, и для придания им истинного значения требуется применение масштабов; при этом конструктивная часть машины существенно упрощается. В результате длительного и весьма острого обсуждения этого вопроса на семинаре было принято решение проектировать машину, которая будет оперировать числами, имеющими запятую, расположенную перед старшим разрядом, т.е. более простую, что существенно сокращало сроки разработки. Кроме того, в то время было целесообразно в целях увеличения надежности усложнять программы и стремиться к возможному упрощению схем. Следует при этом напомнить, что тогда еще не было полупроводниковых приборов и все схемы собирались на радиолампах, надежность которых была во много раз меньше, чем у теперешних транзисторов и тем более у интегральных микросхем. Поэтому уменьшение количества элементов существенно увеличивало надежность машины. Эти соображения в то время были решающими при выборе формы представления чисел в машине.

2. Вопрос о системе счисления (десятичная или двоичная) не дебатировался. Всем было очевидно, что для электронных вычислительных машин, где разряд числа просто представляется одним из двух устойчивых состояний триггера, двоичная система является единственно приемлемой. Другие системы, в том числе десятичная, требуют для представления одного разряда значительно больше аппаратуры, и выполнение арифметических операций существенно усложняется. Вопрос о количестве разрядов вызвал особенно много вопросов и сомнений. Те, кто предлагал решать задачи, требующие повышенной точности вычислений, предлагали увеличить количество разрядов. Другие утверждали, что для первой машины можно ограничиться и 12 двоичными разрядами. В конце концов пришлось узнать мнения определенного числа специалистов, после чего, обработав их статистически, выбрать наилучшее решение. Таким образом, пришли к решению строить машину на 17 двоичных разрядах (включая разряд для знака

числа), а если понадобится, то добавить несколько разрядов, когда машина начнет работать, заранее предусмотрев в конструкции такую возможность.

Как выяснилось вскоре (в 1950 году), количество разрядов оказалось недостаточным и по обоснованному настоянию академика АН УССР Б.В. Гнеденко, математиков С.Г. Крейна и С.А. Авраменко и баллистиков количество разрядов машины было увеличено до 21-го (включая знак), в связи с чем точность вычислений значительно возросла, это позволило составлять таблицы и решать весьма сложные задачи внешней баллистики.

3. По этому вопросу особенных расхождений во мнениях не было. Все согласились на естественной и наиболее доступной для понимания и освоения трехадресной системе команд, которая, однако, в настоящее время не признается наилучшей, хотя впоследствии и создавались большие трехадресные машины наряду с двух- и одноадресными (например, БЭСМ, М-20, М-220 — трехадресные машины).

В трехадресных машинах команда (по другой терминологии — инструкция) состоит из кода операции, которую нужно выполнить (например, сложить, умножить и т. п.), адреса (т.е. места расположения в запоминающем устройстве) первого числа (например, первого слагаемого, множимого, делимого и т.д.), второго числа (второго слагаемого, множителя; делителя и т.д.), а также адреса (номера) ячейки запоминающего устройства, куда необходимо направить результаты вычислений.

Именно такая система команд была принята в машине МЭСМ. В состав операций, выполняемых машиной, были включены ряд арифметических (сложение, вычитание, умножение, деление, сложение и вычитание модулей чисел, т.е. без учета их знака), некоторые логические (например, сравнение чисел с учетом и без учета их знака) и операции управления (условные и безусловные переходы, требующиеся для автоматизации выполнения программ, операций ввода, вывода и обращения к внешним запоминающим устройствам) и другие — всего 13 различных операций.

В процессе разработки и при эксплуатации некоторые операции были модернизированы и, кроме того, добавлены еще две. Новые и модернизированные операции вводились в основном путем помещения признаков в неиспользуемых разрядах имевшихся команд.

В конце 1947 г. в Институте электротехники АН УССР постановлением Президиума АН была создана лаборатория № 1 (спецмоделирования и вычислительной техники), которую возглавил С.А. Лебедев. Со свойственным ему талантом ученого-организатора он начал комплектовать штат лаборатории. Специалистов по электронной вычислительной технике тогда еще не было. Выбор Сергеем Алексеевичем своих основных помощников определялся их научно-технической квалификацией, предыдущим опытом работы в области электронной техники и содержанием научных работ (диссертаций). Сначала штат лаборатории состоял всего из 9—10 человек. Из них было только два кандидата наук, совсем недавно закончивших аспирантуру и защитивших диссертации.

Сейчас даже трудно представить себе те условия, в которых проходили занятия аспирантов АН УССР зимой 1944—1945 гг. В не отапливаемом и весьма малолюдном здании Президиума АН на Владимирской, 54 в пустом конференц-зале в пальто, перчатках, валенках или сапогах сидели за столом президиума все немногочисленные (кажется, на всю Академию наук было их тогда человек 20—25) аспиранты, пытаясь согреться энергичными

упражнениями в употреблении континюса в английском языке или выпутываясь из плюсквамперфектов немецкого.

Над электронными схемами своих диссертаций мы работали в лаборатории А.Н. Миляха, который тогда занимался своей докторской диссертацией. Там нам отвели два лабораторных стола, дали небольшое количество резисторов и конденсаторов, несколько радиоэлектронных ламп и измерительных приборов. Измерительная аппаратура тогда была на вес золота, и осциллографами ЭО-4, которые сейчас кажутся ископаемыми ихтиозаврами или обычными проволочными реостатами, приходилось пользоваться по очереди.

Сергей Алексеевич был суровым руководителем, изредка он подходил к рабочему столу с собранной схемой, садился рядом на высокий табурет, смотрел на приборы, перелистывал журнал записей и молча курил. Порой схема упрямо не хотела стабилизироваться и правильно работать, что было очень огорчительно для ее автора. Но на все вопросы он спокойно отвечал: «Подумайте еще сами над этим». Иногда он говорил: «Попробуйте увеличить инерционность этого звена» — и уходил.

Кроме двух «остепененных» товарищей, остальные сотрудники лаборатории № 1 были инженеры радиоэлектронщики, закончившие Киевский политехнический институт перед самой Отечественной войной. Только В.В. Крайницкий был инженером-механиком, конструктором и с первого и до последнего дня занимался проектированием конструктивной части машины. Была еще одна небольшая группа инженеров-электриков (З.Л. Рабинович, Н.И. Фурман и Р.Я. Черняк), которая под руководством Сергея Алексеевича работала над системой моделирования автопилотов летательных аппаратов. Впоследствии в этой области З.Л. Рабинович, а, затем и Р.Я. Черняк защитили кандидатские диссертации и на стадии окончательной отладки машины присоединились к значительно увеличившемуся к тому времени коллективу разработчиков машины.

В начале 1948 г. нашему не слишком большому коллективу Сергей Алексеевич сообщил, как всегда очень спокойно и по-деловому, что в самые короткие сроки мы должны создать и сдать в эксплуатацию электронную вычислительную машину — ЭВМ и что это будет главной работой нашей лаборатории на ближайшие 2—3 года.

Многие ли слышали тогда слово «ЭВМ»? Многие ли знали, что это такое? Шел 1948 год, научно-техническая революция только набирала свой стремительный ход, и слова «НТР», «ЭВМ», «спутник» и др. появились значительно позже.

Однако для того чтобы начать работу, лаборатории требовалось помещение. Это была нелегкая задача — найти помещение в полуразрушенном Киеве 1948 года. Большую помощь в решении этого вопроса оказал Президиум АН УССР, и в особенности бывший тогда вице-президентом академик М.А. Лаврентьев, который с его широкой научной эрудицией и большим опытом организатора научных работ прекрасно понимал всю важность срочного создания ЭВМ в нашей стране и на протяжении всего времени создания МЭСМ постоянно держал ее в поле своего зрения и оказывал большую помощь и поддержку в работе нашей лаборатории.

И вот Сергей Алексеевич везет нас смотреть наше будущее место работы. Едем до Голосеевских прудов по городской дороге, мимо того места, где теперь стоит здание Автовокзала, дальше начинается плохая булыжная

дорога. Слева — лес, справа — пустое поле. Кончился лес, и мы едем по пустынным полям и лугам, мимо того места, где теперь ВДНХ. Затем проселочная «грунтовка». Машину трясет, - 15 км — не близкий путь по такой дороге. И; вдруг — въезжаем в лес, роскошный дубовый лес, где столетние дубы хранят память о многих событиях. Еще недавно, во время героической обороны Киева, эти дубы были свидетелями происходивших здесь ожесточенных боев с немецко-фашистскими захватчиками. Многие деревья отмечены пулями и осколочными ранами. В лесу заросшие травой воронки и укрытия.

Над лесом показываются купола собора — это Феофания, бывшая монастырская обитель. Купол главной колокольни полуразрушен прямым попаданием снаряда. Рассказывают, что там располагалось пулеметное гнездо защитников Киева. Монастырь весь окружен лесом, к нему ведет прекрасная липовая аллея — бывший архиерейский въезд. Возле собора здание монастырской трапезной с помещениями для приходящих богомольцев, фруктовый сад, ягодники, озера, где водились зеркальные карпы. Неплохо устраивались святые отцы.

Здание, предложенное Сергею Алексеевичу для лаборатории, было полуразрушено, но Сергей Алексеевич и мы вместе с ним не унывали — главное, стены есть.

Много усилий было приложено Институтом электротехники и Президиумом АН УССР, в частности М.А. Лаврентьевым, чтобы привести это помещение в более или менее пригодное для работы состояние, после чего лаборатория приступила к работе. Конечно, ни о каком водопроводе, канализации, паровом отоплении и прочих «излишествах» не могло быть и речи. Комнаты отапливались печами, и так как в штате лаборатории не было истопника, а первое время даже и уборщицы, то уборку производили мы сами, так же как поначалу топили дровами печи.

## **2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТОВ**

Выбранные в результате обсуждения на семинаре и изучения имевшейся технической литературы основные параметры машины легли в основу общей структурной схемы, работа над которой осуществлялась следующим образом. 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). Каждое из этих устройств, в свою очередь, состояло из блоков и узлов (регистров, счетчиков, дешифраторов, логических элементов). Потом была разработана более подробная структурная схема машины.

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. С.А. Лебедев был директором только что организованного Института электротехники, членом Президиума АН УССР и наряду с этим был поглощен научным творчеством — созданием первой в СССР ЭВМ. Конечно, в общеинститутских делах Сергей Алексеевич опирался на коллектив Института электротехники и, в частности, на своего заместителя по научной части Л.В. Цукерника и секретаря парторганизации

И.В. Акаловского, а по лаборатории — на своего заместителя и парторга лаборатории, но все же организационных забот было достаточно и, к счастью, их нельзя было решать в вечернее и ночное время.

Обычно ночные работы начинались так: Сергей Алексеевич в конце работы, когда выяснялось, что мы из-за бесконечных организационных забот не успеваем за день почти ничего сделать по проектированию машины, говорил: «Поедем сегодня вечером ко мне и пару часиков в спокойной обстановке «порисуем», если не возражаете. Обедом нас накормят, так что домой можете не заезжать — позвоните». Возражений не было. Приезжали к нему на ул. Челюскинцев часов в семь вечера и, наскоро пообедав, отправлялись в кабинет, где у Сергея Алексеевича были развернуты два кульмана, и приступали к проектированию структурных схем основных узлов и устройств МЭСМ. Сергей Алексеевич распределял работы и устанавливал очень жесткие сроки, спрашивая: «Это сегодня закончите?» А «это» было не меньше чем на 7 часов работы, т.е. до 3 часов ночи, а ведь завтра на работу в 9.00 и опаздывать нельзя. Значит, спать не больше нескольких часов! К часу-двум ночи уже начинали слипаться глаза, и работа становилась неэффективной. Заметив это, Сергей Алексеевич переносил окончание совместной работы на завтра, а сам продолжал работать до 3—4 часов ночи, а иногда и позже.

К вечеру все повторялось — нужно было закончить начатую работу и начать новую.

В таком сложном режиме приходилось работать, пока не были закончены структурные схемы всех главных узлов машины. Законченные структурные схемы привозились в Феофанию, и на их базе немедленно в группах начинали вычерчивать принципиальные, а иногда и монтажные схемы. Монтажными таблицами мы в этот период еще не пользовались — это упрощение было введено нами значительно позднее при разработке машины «Киев». В это время к нам в лабораторию часто заходил Михаил Алексеевич Лаврентьев, который был большим другом Сергея Алексеевича. Отдел Института математики, руководимый М.А. Лаврентьевым, размещался рядом с нами, в монастырском соборе. Его сотрудники (Бессонов, Сытый, Шишкин и другие) в перерыв приходили к нам на площадку играть в волейбол, а в рабочее время производили поблизости оглушительные экспериментальные взрывы (об этой работе писал М.А. Лаврентьев в своих воспоминаниях). Взрывы заставляли нас тревожно вздрагивать и настораживаться — у всех еще была жива память о бомбежках военного времени. Кроме того, мы опасались, что от сотрясения земли под МЭСМ нарушатся паяные контакты.

М.А. Лаврентьев часто жил в Феофании в доме, расположенном поблизости, и заходил к нам запросто в спортивном костюме, очень высокий и худощавый, смотрел, над чем мы работаем, и подолгу сидел в кабинете Сергея Алексеевича, обсуждая математические возможности нашей уже готовой родиться МЭСМ на «высшем (академическом) уровне».

Вспоминаем один из разговоров Сергея Алексеевича с Михаилом Алексеевичем, который в противоположность С.А. Лебедеву работал по утрам с 5 часов, а спать ложился рано. Михаил Алексеевич отстаивал свой режим, считая его более эффективным, Сергей Алексеевич отвечал, что он так привык, а привычка — вторая натура. «Вы, — говорил Сергей Алексеевич, человек утренний, а я — вечерний». Однако, как известно, результаты у них обоих были весьма эффективными. М.А. Лаврентьеву в те годы были присуждены две Государственные премии (с интервалом в два-три года), а С.А. Лебедеву также

присуждена Государственная премия и, кроме того, со своими помощниками он создал первую в Европе электронную вычислительную машину — МЭСМ, которая была доведена до практического использования.

М.А. Лаврентьев принимал большое участие в делах лаборатории. Позднее, будучи директором Московского института точной механики и вычислительной техники, он передал нашей лаборатории некоторые фонды на радиодетали и часть штатных единиц, на которые были приняты киевские инженеры.

Таким образом, у нас по штату были «киевляне» и «москвичи», которые получали зарплату из Москвы, но коллектив был единый, и никто из нас не помнил, кто «москвич», а кто «киевлянин».

При проектировании структурных схем узлов основное внимание уделялось их возможному упрощению. Это упрощение иногда достигалось ценой очень длительных усилий с привлечением математического аппарата алгебры логики. Учитывались также возможности аппаратуры, которой мы располагали. Например, если необходимо было сочетать конъюнктивные устройства с дизъюнктивными (т.е. устройства совпадения сигналов с устройствами их разделения), что можно было достигнуть, применяя ряд вариантов конкретных соединений, то преимущество предоставлялось схемам, обеспечивающим минимум аппаратуры и легко реализуемым в ламповых схемах. Так в это время нами была предложена схема устройства совпадения на одном триоде с катодным сопротивлением и подачей одного из сигналов на катод лампы.

Вопросы упрощения схем занимали иногда более 70—80 % от общего времени разработки. Разработать сложную схему было значительно более простым делом, чем ее упростить. Мы находились в цейтноте и иногда вынуждены были сохранять сложные схемы, так как не хватало времени для их оптимизации, и лишь впоследствии, иногда уже при отладке, эти схемы подвергались радикальному упрощению. Например, первоначально была принята весьма сложная схема выполнения деления чисел с фиксированной запятой, а впоследствии выяснилось, что ее легко осуществить без сдвига промежуточного остатка, что почти вдвое упрощало управление операцией деления в арифметическом устройстве.

Число сотрудников лаборатории постепенно росло. Одними из первых к нам присоединились: С.Б. Погребинский — участник Отечественной войны, демобилизованный из-за тяжелого ранения и закончивший Политехнический институт по специальности радиотехника, очень подходившей для разработки радиоэлектронных схем ЭВМ. За время разработки и отладки МЭСМ из молодого способного инженера он вырос в эрудированного творческого работника. Ему принадлежит разработка и отладка арифметического устройства ЭВМ МЭСМ и «Киев». А.Л. Гладыш-Малиновская — окончившая институт по специальности звукотехника, очень быстро освоившаяся с электронными схемами ЭВМ, впоследствии была одним из основных отладчиков МЭСМ и ЭВМ «Киев». Л.М. Абальшикова — инженер-акустик, в процессе работы над МЭСМ ставшая квалифицированным специалистом, во время эксплуатации ее была начальником машины, впоследствии одним из основных отладчиков ЭВМ «Киев». З.С. Зорина-Рапота, также закончившая институт по специальности звукотехника, приобретшая во время работы над МЭСМ квалификацию опытного отладчика и специалиста по ЭВМ, впоследствии была одним из участников создания ЭВМ «Киев». Т.И. Пецух, закончившая институт по той же

специальности, потом была участником разработки ЭВМ «Киев». А.Г. Семеновский — радиотехник, участник Отечественной войны, с первых дней работы освоившийся с совершенно новыми схемами и ставший высококвалифицированным специалистом по ЭВМ, великолепный монтажник и отладчик, впоследствии один из основных участников отладки ЭВМ «Киев». Ныне покойный Ю.С. Мозыра, также очень способный радиотехник, позже участник создания ЭВМ «Киев». Техники-монтажники высокой квалификации: Ф.А. Ткаченко, С.Б. Розенцвейг, А.П. Бахмацкий, принимавшие затем активное участие в монтаже ЭВМ «Киев».

Почти все новое пополнение было совсем молодым (19—23 года). Многие приходили к нам работать прямо со школьной (институтской) скамьи. Условия работы были нелегкими, работа за городом требовала много времени на дорогу, часто работали вечером. И, несмотря на это, ни один сотрудник за все годы создания МЭСМ не ушел из лаборатории в Феофании — так заразительна была безоглядная увлеченность работой и сдержанная страстность Сергея Алексеевича в поисках оптимального и быстрее решения поставленной перед нами задачи: создание первой отечественной ЭВМ.

Сергей Алексеевич, будучи руководителем лаборатории, занимался разработкой принципиальных вопросов схемы машины, что требовало большой затраты времени, и приезжать ежедневно в Феофанию он порой не имел возможности.

Впрочем, однако, дисциплина у нас была образцовая; для нарушения дисциплины в наших условиях нужно было иметь недюжинную изобретательность. Ведь никакого транспорта из Киева в Феофанию не было. Утром нас привозил маленький институтский автобус — «газик», а вечером увозил обратно. Кругом густой лес. Ни уйти раньше с работы, ни пройтись по магазинам, захватив часок после перерыва, ни сбегать в кино под видом посещения другого учреждения.

В начале 1948 г. мы все занимались основными элементами ЭВМ: схемами триггеров и логических элементов совпадения и разделения, на ходу постигая азы вычислительной техники. Хотя некоторые данные об этих элементах в американском сообщении об ЭВМ ЭНИАК появились, но воспроизвести их было трудно в связи с существенными отличиями характеристик отечественных и американских радиоламп и отсутствием в наших условиях достаточно полной номенклатуры резисторов и конденсаторов. Требовалось создание оригинальной схемы. Первая попытка создать отечественную схему триггера для ЭВМ была сделана в нашей лаборатории в начале 1948 г. Работал над этим вначале М.М. Пиневич (он же потом разрабатывал первый вариант схемы арифметического устройства), но создать сразу устойчиво работающую схему не удалось.

Инженеры и научные сотрудники лаборатории с паяльниками в руках трудились над монтажом и испытаниями триггеров. «Ну, это же обыкновенная схема Мейснера — говорил 23-летний Сеня Погребинский, эффектно куря сигарету, — сейчас она будет работать!» Но проходили дни и недели, а злосчастные триггеры работать в нужном режиме не хотели. То нагрузку «не держали», то форма импульса не та и асимметрия (неоднородность характеристик) ламп мешала. Долгое время упрямые триггеры то вовсе не хотели изменять свои состояния, то безо всякого импульсного вмешательства начинали перескакивать из одного положения в другое, как бы потешаясь над нами. Наверное, наши трудности с этими элементами объяснялись тем, что у

нас не было опыта разработки элементов ЭВМ, а также тем, что мы старались «вогнать» их в те режимы, в которых ранее эти триггерные схемы не работали.

Сыграло, по-видимому, свою роль и то, что Сергей Алексеевич, опережая время, хотел сделать машину очень компактной (это удалось только для машин второго поколения на полупроводниковых элементах и особенно третьего поколения на интегральных микросхемах), но при тех габаритах электронных ламп, резисторов и конденсаторов, которые были в 1948 г., малогабаритный блочок со смонтированным в нем триггером напоминал автобус, едущий на футбольный матч, и влезть туда паяльником было почти невозможно. Иногда от полного отчаяния опускались руки. Приходил невозмутимо спокойный Сергей Алексеевич, садился рядом то с одним, то с другим, брал у работающего из рук паяльник, сдвигал на лоб очки и начинал сам работать над схемой.

Все делалось молча, ведь мы понимали друг друга без слов, как хирурги во время операции. Его приход и спокойная уверенность снова возвращали нам равновесие и веру в; обязательную победу над этой «стихийной силой природы».

Меньшие затруднения были при разработке схем логических элементов совпадения, которые мы называли, буквально переводя их английское название gate, воротами. Они были сделаны быстро. Разработка устройств разделения не вызывала трудностей. Сергей Алексеевич принимал активное участие в разработке всех элементов.

В 1950 г. в Сборнике трудов Института электротехники была опубликована статья, в которой описывались созданные в 1948 г. первые отечественные логические устройства ЭВМ [1]; материалы же по расчету симметричных триггеров при условии максимальной надежности были опубликованы лишь в 1956 г.

К концу 1948 г. штат лаборатории увеличился, и хотя нельзя сказать, что он был «слишком раздут» — было нас тогда человек 20, появилась возможность разделить сотрудников на группы по 3—4 человека в каждой. Группам было поручено проектирование и отладка отдельных устройств и узлов МЭСМ.

МЭСМ, так же как и все современные ЭВМ, прообразом которых она является, состояла из (рис. 1): арифметического устройства (АУ), основным назначением которого было выполнение арифметических операций по командам, указанным в программе решения заданной задачи с числами, поступающими из запоминающего устройства; запоминающего устройства (ЗУ) для хранения чисел и команд, необходимых для выполнения операций арифметическим устройством; устройства управления (УУ), осуществляющего общее управление автоматической работой машины, задающего ее временной ритм (дающего командные импульсы) и определяющего последовательность выполнения тех или иных действий, предусмотренных программой вычислений (например, ЗУ выдавать в АУ числа, АУ производить с ними указанные в команде действия и т. д.); вводного и выводного устройств, первое из которых преобразовывало задаваемые числа, нанесенные на перфоленду, в электрические импульсы, которые фиксировались в ЗУ в виде двоичных чисел, а второе в конце решения задачи преобразовывало результаты ее решения из чисел-импульсов в десятичные цифры, печатающиеся на бумажной ленте.

В соответствии с этим были созданы группы по разработке: АУ — сперва эту работу начал М.М. Пиневиц, он разработал первый вариант АУ. Затем его сменил С.Б. Погребинский, который приложил много творческих

усилий и довел разработку до успешного завершения. В этой же группе была и Л.М. Абальшникова и другие инженеры; ЗУ — куда входили Т.И. Пецух, З.С. Зорина-Рапота и другие; УУ и ЗУ на магнитном барабане (МБ), там работали А.Л. Гладыш, А.Г. Семеновский, А.А. Дашевская, И.П. Окулова, Р.Я. Черняк. В.В. Крайницкий один вел конструкторские разработки МЭСМ, и надо сказать, что, несмотря на некоторую малочисленность этой группы, со своей задачей он вполне справился. Р.Я. Черняк был главным инженером лаборатории, вместе с М.А. Беляевым и Е.Е. Дедешко он ведал вопросами питания электроэнергией МЭСМ и всей лаборатории.

Каждая группа занималась проектированием принципиальных, а иногда и монтажных схем и блоков, входящих в «подведомственный» ей узел, и изготовлением чертежей шасси для их монтажа.

Большинство блоков монтировалось по принципиальным схемам, на которых для облегчения монтажа указывалась маркировка адресов. Эти схемы мы называли функциональными, или принципиально-монтажными. Монтировать по таким схемам было труднее, но при этом экономилось много времени, что было главным. Все группы имели месячный план, а для каждого сотрудника — индивидуальный календарный план-график работы на каждый день.

Ежедневно в кабинете заведующего лабораторией в начале рабочего дня точно в 9.00 проводились «пятиминутки». Нужно сказать, что проводились они очень оперативно и по-военному точно. Руководители группы докладывали о выполненной работе каждого из своих сотрудников. Невыполнение строго осуждалось. «Объективные причины» во внимание не принимались. Невыполнения бывали довольно редки, и докладывавший об этом чувствовал себя очень неважно. «Пятиминутка» продолжалась 20—25 минут, после чего все расходились по своим комнатам.

Проводились семинары, где мы слушали сообщения о предложенных Сергеем Алексеевичем общих принципах машины, делали доклады ^ своих разработках, спорили и сообща учились находить правильные решения в новых вопросах проектирования ЭВМ, ведь создавалась первая отечественная машина и опыта проектирования не было никакого. Работа была напряженная и трудная, сроки не ждали. Ввели вечерние часы работы. Автобус делал уже два рейса в день; привозил и увозил первую смену, привозил вторую и возвращался за ней по окончании работы в 11 часов вечера.

Народ в лаборатории был молодой — большинство не старше 25 лет. Настало лето, и молодость сотрудников молодой лаборатории брала свое: в свободное время расчистили в лесу возле нашего дома площадку, натянули сетку и каждый перерыв стали играть в волейбол. Играли азартно, спорили и ссорились из-за спорных мячей. Иногда на площадку приходил Сергей Алексеевич, сосредоточенно и серьезно смотрел сквозь очки, и можно было подумать в это время, что он видит не своих инженеров на волейбольной площадке, мечущихся в погоне за мячом, а электрические импульсы, бегущие по проводам его детища — ЭВМ — МЭСМ. Но... вдруг при какой-нибудь комической ситуации на площадке он улыбался, и тогда было ясно, что он все видит и замечает всех нас — живых людей и по-молодому радуется вместе с нами этой веселой игре, и лесу, и солнцу. Улыбка необыкновенно красила обычно очень серьезное лицо Сергея Алексеевича, словно открывались ставни и вырывался 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 кто не видел его улыбки, даже не догадывался о том, сколько мягкости, человечности и простоты было в нем.

Звучал гонг конца перерыва, противники натягивали на себя рубашки и, продолжая спорить о ходе матча, шли в лабораторию, но уже через 4 минуты, подходя к дверям «нашего дома», они начинали сообща обсуждать планы «атаки» и способы «укрощения» и стабилизации электронных схем.

Пришла осень, с дождями и слякотью. Последние 5—6 км нашего пути стали почти непроходимыми для нашего старенького «газика», грунтовая дорога его засасывала до ступиц колес. Часто после тщетной борьбы наш шофер Максим Кардо-Сысоев выключал мотор и говорил: «Все!» Былые участники этих «трагических» ситуаций и сейчас вспоминают, как раздавалась команда: «Все мужчины на выход. Толкать автобус!» (Эту команду обычно подавал Л.Н. Дашевский. Он же первым выпрыгивал из автобуса прямо в грязь,—Б.Г.). Кряхтя и поругивая дорогу и всякое дорожное начальство, которое не может обеспечить нас хорошей дорогой, вылезали наши мужчины и принимались вытаскивать застрявший автобус из грязи — «ох не легкая это работа из болота тащить бегемота!».

«Дамы», естественно, не принимали в этом участия, рыцарский дух наших мужчин не допустил бы этого. Но иногда, изрядно попотев, они ворча говорили нам, что наш общий изрядный вес мешает им в осуществлении мероприятий по извлечению автобуса из грязи.

«Дамы» выходили, и, отыскав более или менее сухие кочки, устраивали там наблюдательный пункт, обменивались ироническими замечаниями и давали мужчинам «ценные указания». Автобус извлекался из грязи, все усаживались в него снова — и путь продолжался. Но это не значило еще, что благополучное прибытие гарантировано: наш «газик» мог застрять еще раз, и все начиналось сначала.

Однажды, несмотря на героические усилия мужчин и ценные указания женщин, автобус не удалось сдвинуть с места. Было решено отправить гонца в близлежащий колхоз за трактором. Выбор пал на инженера Н.И. Фурмана, имевшего историческое имя Нея, и он «покорно в путь потек».

И что же? Несмотря на наше бедственное положение — ведь мы «сидели в луже» в буквальном смысле этих слов,— мы не могли удержаться от хохота, когда увидели Нея, возвращавшегося на... двух быках! Однако смех наш был черной неблагодарностью, так как «двигатель» в две бычьи силы, доставленный Неем, вытянул нас из лужи. М.М. Пиневич ехидно заметил: «Конница маршала Нея помогла!»

Иногда же автобус — он был старичок, и ему давно бы уж пора уйти на заслуженный отдых — ломался, что-то портилось в моторе или где-то еще. Тогда поступала команда: «Всем следовать по трассе!», и мы, оставив Максима чинить злополучный «газик», «следовали по трассе» дорогой прежних богомольцев в свою обитель. И так было три осени и три весны. Недовольных почти не было, мы не роптали на судьбу, ведь в нашем доме ждала нас наша МЭСМ — наш труд, наше творчество, наши мучения и наши радости.

### **3. МОНТАЖ И НАЛАДКА УЗЛОВ**

В 1948 г. были закончены все подготовительные работы и фактически выполнено рабочее проектирование машины, в том числе были приняты основные конструкторские решения. Возникла проблема организации монтажа

блоков и отдельных устройств, а также всей машины в целом. Лаборатория к тому времени располагала несколькими высококвалифицированными радиомонтажниками и слесарями. Было принято решение монтировать машину по мелко- и среднеблочной системе с паяными соединениями без штекерных разъемов на блоках, так как получить разъемы в то время, было очень трудно. Мы обратились на киевский «Коммунист», где выпускалась аппаратура в мелкоблочном исполнении, и приобрели значительное количество забракованных ОТК небольших (размером 100 x 200 мм) шасси из дюралюминия. Эти шасси попадали в брак из-за незначительных царапин и пятен, которые для нас были несущественны. На них монтировались однотипные элементы различных устройств машины. К этому времени инженерно-техническая часть лаборатории выросла до 18—20 человек. Была организована монтажная мастерская с первоначальным штатом 8—10 слесарей и монтажников. Штат мастерской увеличивался главным образом за счет молодежи, живущей в близлежащем селе Хотов. Они поступали учениками и под руководством опытных радиомонтажников проходили ускоренное обучение и быстро осваивали эту специальность.

Однажды к Сергею Алексеевичу пришла женщина с девочкой лет 14—15 и попросила принять ее дочь на работу в мастерскую. Посмотрев на девочку, Сергей Алексеевич сказал, что по возрасту он не может ее оформить на работу. Женщина, помолчав, тихо и сдержанно сказала: «Візьміть, будь ласка, батько її був головою Хотівської сільради... його німці повісили».

Сергей Алексеевич, слегка вздрогнув, посмотрел на девочку и произнес: «Хорошо, пусть приходит». Так Нина Михайленко стала ученицей монтажника, а затем отличной монтажницей, ее руками смонтирован не один блок МЭСМ.

Недавно окончившаяся война то и дело напоминала о себе — неразорвавшиеся мины и снаряды в окружающем нас лесу бывали причинами трагических случаев.

Как-то во время отладки машины мы выглянули в окно, привлеченные громким плачем и странным разговором, в котором слово «дети» упоминалось в прошедшем времени: «Так! гарні були діти...» Оказывается, из Хотова прибыла телега, на которой привезли останки ребят, нашедших неподалеку от нас, в лесу, неразорвавшуюся мину и попробовали вскрыть ее молотком. Возница, привезший трупы, попросил, чтобы мы отправили их в Киев нашим автобусом. Мы были потрясены этим трагическим событием и долго еще находились под тяжелым впечатлением случившегося.

Взросший штат монтажников позволил уже в 1948 г. организовать «серийное» производство однотипных элементов запоминающего и других устройств. Некоторые блоки, целиком состоявшие из однотипных элементов, было нецелесообразно делить на отдельные блочки (например, коммутаторы, сумматор арифметического устройства), поэтому они монтировались на больших шасси размером 300 x 300 мм или 500 x 500 мм, а отдельные узлы были еще больших размеров. Слесарная часть мастерской изготавливала эти шасси и конструкции, на которых должны были крепиться блоки будущей машины.

Инженеры Е.Е. Дедешко и М.Б. Беляев начали разрабатывать устройство питания МЭСМ. Подготовили «машинный зал». Для того чтобы получить необходимую площадь в 50 квадратных м, понадобилось разобрать стену между двумя комнатами. Впоследствии разобрали и потолок между первым и вторым

этажами, и зал получился «двухсветный». В этом помещении начали устанавливать железные конструкции — каркас машины.

Из мастерской смонтированные блоки поступали в соответствующие группы на отладку. В машине должно было быть 17 больших блоков, более 6000 электронных ламп, десятки тысяч резисторов и диодов.

Для проведения такого рода работ в короткие сроки коллектив был мал, и, следовательно, время окончания монтажа и отладки машины удлинялось. Оно становилось значительно большим, чем этого хотелось Сергею Алексеевичу и всем нам.

Надо сказать, что Сергей Алексеевич никогда нас не подгонял, никогда не требовал, чтобы мы оставались на сверхурочные работы вечером. Он коротко говорил: «Хорошо бы это сделать до завтра или послезавтра». И ни разу не было, чтобы кто-нибудь не остался работать на вечер один, второй, третий... Надо было увеличить темпы работы, темпы проектирования монтажа и отладки блоков. И партгруппа, состоявшая тогда из восьми человек, решила обратиться к испытанному методу увеличения темпов работы — социалистическому соревнованию. Организация действенного соревнования, естественно, легла на парторга лаборатории. Были составлены социалистические обязательства лаборатории в целом, каждой группы и мастерской в отдельности и личные месячные обязательства каждого сотрудника.

В этих обязательствах, кроме пунктов о качественном выполнении плана, имелись сверхплановые пункты. Проверка производилась в конце каждого месяца, и результаты проверки вывешивались в коридоре. Надо сказать, что, как правило, все обязательства и плановые и сверхплановые, за редким исключением, выполнялись.

Вспоминается такой случай: при итоговой месячной проверке оказалось, что инженер Фурман все сверхплановые обязательства выполнил, но некоторые плановые не выполнил. Это грозило ему попасть в месячную сводку в качестве не выполнившего план. Быстро сориентировавшись, он сказал: «Подождите минуточку, я сейчас перенесу свой сверхплан в план, а план в сверхплан, и тогда вы не сможете записать, что я не выполнил план». Это стало дежурной шуткой в лаборатории.

Отладка блоков начала опережать их монтаж, и, несмотря на наличие таких отличных монтажников, как, например, Ф.А. Ткаченко и С.Б. Розенцвейг, мастерская не успевала за темпами проектирования и отладки инженерно-технической группы. Тогда был дан призывный лозунг: «Инженеры — на монтаж»! Естественно, подразумевалось, что -от основной работы по отладке, как плановой так и сверхплановой, никто из инженеров не освобождался. И инженеры пошли на это. Многие техники и инженеры в нерабочее время монтировали ими же спроектированные блоки.

В коридоре была вывешена большая таблица, показывающая ход социалистического соревнования. По вертикали в этой таблице были перечислены все блоки первой очереди машины. По горизонтали — этапы их готовности с фамилиями исполнителей и сроками (плановым и фактическим) выполнения на каждом этапе.

Вот часть этой таблицы, которая висела на стене лаборатории в 1948—1949 гг.

Таблица хода соревнования в лаборатории № 1

Этапы готовности	Проектирование схемы			Изготовление шасси			Монтаж			Отладка		
	Исполнитель	Срок		Исполнитель	Срок		Исполнитель	Срок		Исполнитель	Срок	
		план	факт		план	факт		план	факт		план	факт
Блок												
Сумматор АУ	Пиневич Погребинский	10.1	12.1	Воробьев	5.1	3.1	Розенцвайг	18.02	16.02	Погребинский	28.03	2.04
Устройство центрального управления, ЦУ	Шкабара	15.1	18.1	Бахмацкий	10.1	10.1	Ткаченко	12.02	10.02	Гладыш	10.03	8.03

Таблица имела успех, ее показатели обсуждались в перерывах «частным образом» и официалы о на собраниях партгруппы и производственных совещаниях отдельных групп и лаборатории в целом. Сергей Алексеевич очень одобрительно отзывался на производственных совещаниях об организации соревнования и в том, что оно очень помогло нам сократить сроки создания МЭСМ.

Возле таблицы показателей социалистического соревнования часто появлялись «молнии». Их сверкание освещало то передовиков соревнования, то отстающих. Передовые группы награждались переходящим красным вымпелом. Однажды этот вымпел был присужден группе устройства управления - и магнитной памяти. Этот «исторический» факт решено было запечатлеть, и группа (Е.А. Шкабара, А.Г. Семеновский, И.П. Окулова, А.Л. Гладыш, Р.Я. Черняк) сфотографировалась, поставив перед собой на стол красный вымпел, завоеванный в трудной борьбе с серьезными соперниками.

Регулярно выпускалась стенная газета. Наши «домашние» поэты и художники, не жалея сил, придавали ей красочный художественный вид. Возле нее всегда толпились сотрудники, с удовольствием смеясь, если там был «продернут» их сосед, или скучным голосом говоря: «Не смешно», если дело касалось их.

Наша газета остро критиковала недостатки, и ее критика оказывалась весьма действенной, так как была основана на высмеивании нерадивых, лентяев, собственников, неучей, «задирающих носы» эгоистов, которые, конечно же, были и у нас, как в любом коллективе.

Вспоминается, например, газета, посвященная такому нежелательному явлению, как накапливание ненужных в данный момент деталей «про запас». В газете было сказано, что некоторые (фамилии указывались), по-видимому, путают «Хованщину» с «Хапайщиной» и «Ховайщиной». Это действовало.

Винные публично оправдывались. Столы и верстаки разгружались от ненужных деталей.

Однажды на смотре стенных газет институтов АН УССР наша газета заняла первое место. Партгруппа играла ведущую роль во всей жизни и работе лаборатории. Число членов партии к тому времени в нашей лаборатории достигло 12-13 человек. Сергей Алексеевич никогда не пропускал собраний партгруппы и активно участвовал в них. Ежедневно проводились политинформации, велась политучеба. Агитаторы от нашей лаборатории входили в агитколлектив Института электротехники и добросовестно выполняли это общественное поручение.

Теперь уже многим приходилось задерживаться допоздна в лаборатории, не так-то просто было выполнить план со сверхпланом, да еще монтаж блоков, поэтому на втором этаже лаборатории были организованы две комнаты — общежитие мужское и женское. Там постоянно кто-то оставался ночевать.

Возил нас все тот же автобус «газик». Он был для нас не только средством передвижения к месту работы, но и своеобразным «клубом по интересам». Ведь один и тот же коллектив, тесно связанный общей работой, ежедневно проводил в автобусе два часа, имея возможность в это время, общаться как бы в нерабочее время, беседовать на свободные темы. Не надо забывать и того обстоятельства, что все мы, уезжая рано утром, возвращались поздно вечером или вообще не возвращались, оставаясь ночевать в Феофании; в воскресенье (суббота тогда была рабочим днем) тоже часто работали в лаборатории. Поэтому от круга друзей и знакомых, живших в городе, мы были волею судеб оторваны. Это способствовало еще большему сплочению нашего коллектива и установлению дружеских непринужденных отношений.

Вспоминая сейчас наш феофанийский коллектив, мы можем смело сказать, что он был очень дружным, работоспособным и целенаправленным. Немалую роль в этом сыграл Сергей Алексеевич, который не выносил сплетен, жалоб друг на друга и прочей «чепухи» — напрасной траты дорогого времени. Его строго деловой стиль работы и компактное заполнение всего своего времени оказывали на нас весьма действенное влияние. Каким-то известным только ему способом Сергей Алексеевич сумел поселить твердую уверенность во всех своих сотрудниках от старшего научного до монтажника в сопричастности к научному творчеству — созданию первой отечественной ЭВМ.

В нашем клубе на колесах обсуждение деловых вопросов чередовалось с художественными антрактами. У нас были люди, обладавшие чувством юмора, и люди, начисто его лишенные. Этот конгломерат порой создавал ситуации, подобные вечерам в «Кабачке 13 стульев».

Чаще всего на «сцене» выступал инженер М.М. Пиневич. Он раз и навсегда избрал себе амплу «устрашителя слабонервных девиц».

Утром, по дороге на работу, сидя у окна, он начинал серьезным испуганным голосом говорить: «Вы слышите с правой стороны подозрительный скрип? Вот, я уже вижу, как правое переднее колесо начинает слетать с оси. Сейчас оно слетит — и автобус опрокинется».

Так он ораторствовал до тех пор, пока одна из наших, особенно впечатлительных, девушек не срывалась с места и не просила шофера Максима немедленно остановить автобус и выпустить ее, пока не случилась авария.

Получив от старших товарищей «первое предупреждение», Пиневиц на некоторое время замолкал, пока ему в голову не приходила очередная «гениальная идея».

Популярность нашего «клуба на колесах» сказывалась хотя бы еще в том, что в стенной газете в отделе юмора часто появлялись различные эпизоды его «деятельности».

Знаменитая «трасса» нашего «газика» начиналась от Института электротехники на Чкалова 55-б и заканчивалась в Феофании у здания лаборатории. Для того чтобы облегчить сбор сотрудников, на трассе были пункты остановок, где собирались близживущие работники лаборатории. Время прибытия автобуса на эти остановки было установлено с точностью до 1 минуты. Если какого-нибудь сотрудника в назначенное время на остановке не было, разрешалось его ждать 3—5 минут, после этого автобус трогался и злополучный товарищ должен был добираться до места работы любыми доступными ему способами. Если же в указанное время на остановке не появлялся автобус, то его надлежало ждать не более 30 минут. После этого вступала в силу аварийная команда «Следовать по трассе!»

Первая остановка была на бывшем «Евбазе» — нынешней Площади Победы. Сейчас трудно даже себе представить, что представляла эта площадь в то время. Не было ни здания цирка, ни универмага «Украина», ни гостиницы «Лыбидь». Вокруг площади стояли старенькие одно- и двухэтажные домики, а на самой площади были различные рундучки и базар. Но главное место занимала знаменитая толкучка, где продавалось все — начиная от примусных, иголок и кончая котиковыми шубами.

Потом автобус останавливался на углу улиц Тарасовской и Жадановского, затем на углу улиц Жадановского и Красноармейской. Последняя была возле Голосеевских прудов. Далее автобус следовал уже без остановок до Феофании.

Однажды в стенной газете была нарисована наша знаменитая трасса с изображением остановок автобуса, ожидающими на этих остановках постоянными пассажирами и бегущими за уже тронувшимся автобусом опоздавшими.

Отладка блоков машины шла полным ходом. Но при помощи каких технических средств! С точки зрения сегодняшней импульсной измерительной техники приборы, которыми мы пользовались тогда при отладке схем (осциллографы ЭО-4 и ЭО-6, катодный вольтметр), по сравнению с современными были как детекторный радиоприемник 20-х годов по сравнению с нынешним «транзистором».

Но даже и тех приборов не хватало. Постоянно были в дефиците паяльники. Катодных вольтметров на всю лабораторию было только два. Это на 10—15 человек отладчиков! Приборами пользовались по очереди. На утренних пятиминутках руководители групп старались доказать, что именно в их группе сейчас совершенно необходимы те или иные приборы. И все они были правы. А руководству лабораторией приходилось выступать в роли Иисуса Христа, накормившего толпы голодных пятью хлебами, не обладая, увы, божественной способностью последнего к сотворению чудес!

В 1949 г. начались установка блоков на панелях основных узлов и монтаж межблочных соединений. Раньше всего начали собирать узлы АУ и УУ — сердцевину каждой ЭВМ.

На семинарах под руководством Сергея Алексеевича уточнялись вопросы импульсных связей и взаимодействия между узлами, еще раз проверялся набор операций, которые должна была выполнять машина.

В.В. Крайницкий на семинарах представлял варианты разработанных им конструкций пульта управления. Однажды со свойственной ему солидностью и медлительностью речи, с указкой в руке он рассказывал о достоинствах своей последней конструкции, демонстрируя ее нам. Мы сидели молча, нетерпеливо ожидая его следующей фразы. Наконец он окончил, и началось обсуждение. Кто-то из нас сказал, что эта конструкция (конструкция первого пульта первой отечественной машины) на что-то похожа.

В.В. Крайницкий был возмущен до крайности, быстрее обычного он проговорил: «Нет! Это ни на что не похоже!» Пряча улыбку, Сергей Алексеевич серьезно заметил: «Ну, совсем уж дело плохо, если это ни на что не похоже!» К чести В.В. Крайницкого нужно сказать, что, несмотря на свою медлительность, он своевременно спроектировал всю конструктивную часть МЭСМ.

Вопросы связей между отдельными устройствами машины и распределение между ними выполняемых операций обсуждались не только на семинарах, они ежедневно возникали и решались в процессе отладки и окончательного установления-необходимого взаимодействия устройств. МЭСМ проектировалась и была осуществлена как машина с синхронным принципом работы. При этом все ее устройства, каждое из которых выполняло свои самостоятельные операции, должны были работать строго синхронно. Это значит, что малейшие расхождения во временных циклах были недопустимы. Конкретное обеспечение такой работы устройств требовало их «жесткой стыковки» при помощи синхронизирующих импульсов.

Сделать это при отсутствии опыта проектирования и наладки ЭВМ было не так-то просто: каждое устройство имело свою отличную от другого структуру и свое время выполнения операций. Этими трудностями объяснялись сложные поиски оптимальных решений и возникавшие иногда в процессе обсуждения конфликтные ситуации. Руководители групп, занимающихся АУ и УУ — основными устройствами, выполняющими наибольшее количество функций (операций),— должны были постоянно обсуждать вопросы «стыковки». Часто в коридоре между комнатами групп АУ и УУ можно было видеть то руководителя группы АУ, степенно идущего по направлению к дверям УУ, то торопливо и взволнованно спешащую к АУ руководителя группы УУ.

Выяснение отношений между АУ и УУ не всегда проходило в «теплой дружественной обстановке». Руководители групп никак не могли договориться о разделении между своими устройствами наборов импульсов и команд. Много лет спустя С.Б. Погребинский шутя сказал, что асинхронный принцип (т.е. независимость действия устройств ЭВМ друг от друга) машины «Киев», где снова встретились те же действующие лица, объясняется тем, что руководители этих групп никак не могли поделить между собой импульсы и команды, строгое соответствие которых требовалось при синхронном принципе работы МЭСМ.

Зимой из-за невозможности играть в волейбол на покрытой глубоким снегом площадке мы катались на лыжах, которые выдал нам местный комитет Института электротехники. Правда, лыжи не пользовались таким успехом, как волейбол. Некоторые, сломав (по вине «плохой трассы», конечно) по паре лыж, перешли на другой вид спорта — настольный теннис. О пинг-понге в нашей лаборатории того периода у всех сотрудников сохранились самые яркие и

живые воспоминания. Увлечение им приняло масштабы эпидемии — весь личный состав лаборатории самозабвенно играл в пинг-понг. Исключение составлял Сергей Алексеевич, наверное, потому, что невозможно было совместить это занятие с математическими выкладками в своей записной книжечке, как он это обычно делал на ученых советах и прочих заседаниях. У парторга же, в ее генотипе начисто отсутствовали гены пинг-понга, и поэтому попытки научить ее играть не увенчались успехом. Это обстоятельство несколько усложняло положение пинг-понгистов.

Дошло до того, что стол для игры, вначале установленный в коридоре, куда выходили двери рабочих комнат, пришлось перенести в дальний угол полуподвального помещения, так как многие «заболевшие» пинг-понгом специально оставались на вечер, чтобы поиграть. Услышав неотразимую прелесть мелодии перестука шариков, напоминавшую современную поп-музыку, начинали выглядывать из дверей своих комнат работающие там в вечернюю смену сотрудники. Завороженные этой мелодией, как спутники Одиссея пением сирен, они тянулись к столу и «занимали очередь». Теперь в портфеле каждого, едущего на работу, были ракетки, простые и необыкновенные — чудо техники. В автобусе обсуждались достоинства и недостатки ракеток, режущие удары чемпионов и промахи слабаков. Однажды вечером, во вторую смену, парторг, выйдя из своей рабочей комнаты, была удивлена странной тишиной в лаборатории. Обычные деловые реплики на производственные темы, перемежающиеся изредка с шутками, не слышались за закрытыми дверями комнат. Тишина была полнейшая, словно незримая сила унесла всех в космос. Но это предположение было невероятным, так как космические корабли тогда еще не летали запросто, как сейчас.

Исчезнуть из лаборатории (здание было засыпано сугробами снега) можно было только в одном направлении — направлении пинг-понгового стола. Парторг хотела было обратиться к заместителю заведующего лабораторией, чтобы призвать его принять строгие меры к нарушителям дисциплины, но... за дверью кабинета не было никого. Спустившись в подвал, она увидела такую картину: за столом, окруженным болельщиками, он азартно сражался на звание «первой ракетки» с З.Л. Рабиновичем.

Оправившись от легкого шока, парторг заявила, что не позже чем завтра ножки у стола будут отпилены, а крышка пойдет для стеллажей на склад деталей. Назавтра висела газета, в которой была изображена сидящая под столом парторг, отпиливающая огромной пилой ножки у стола.

Реальный стол не постигла такая злая участь. Он был взят под авторитетную защиту со ссылкой на важность сдачи норм ГТО, и ножки остались целыми. Однако был установлен жесткий регламент для проведения спортивных мероприятий.

Однажды на территорию лаборатории забежал заяц (самый настоящий — русак, там и лисицы водились и даже, как говорил М.М. Пиневич, волки). Ну как же пропустить такое событие? Все бросились его ловить. Сергей Алексеевич командовал, однако заяц оказался проворнее нас — ускользнул в лес.

Игра в настольный теннис, волейбол, «охота на зайца» и другие «отвлекающие» мероприятия разряжали нервное и мозговое напряжение, неизбежное при такой работе.

Кроме того, мы ходили в пруд купаться и пить воду из «священного» монастырского источника, который пробивался среди деревьев в километре от лаборатории. Вода была отличная.

Главная неприятность, с которой мы сталкивались, особенно зимой,— довольно частое отключение электроэнергии из-за повреждения воздушной линии электропередачи. В таких случаях немедленно отправлялась бригада во главе с Р.Я. Черняком, в которую входили опытный «верхолаз» — механик Вася Воробьев и инженер Миша Беляев; они добирались по сугробам до подстанции (5 км), отключали линию и проводили собственными силами необходимый ремонт, так как если бы мы при отсутствии телефонной связи ждали помощи из Киева, то теряли бы драгоценные часы, ничего фактически не делая.

А между тем общий монтаж МЭСМ шел к концу. Смонтировали панели оперативной памяти, начали монтаж штекерно-диодной ее части. Для этого пришлось расширить наш «машинный зал» еще за счет части коридора.

Штекерно-диодное запоминающее устройство состояло из 94 21-разрядных регистров, ламповых диодов 6Х6 и штекерных планок, на которых набирались коды чисел, необходимых для решения данной задачи. Эта небольшая по объему информации память занимала огромное по теперешним меркам место: 4 панели высотой 3 метра и шириной 1 метр при общем количестве ламп около 200 штук.

Изготавливался магнитный барабан и магнитные считывающе-записывающие головки для внешней памяти.

Опыта создания такого барабана с магнитным покрытием заданных параметров, естественно, не было, так как у нас не было еще ни одной ЭВМ.

Однако в Институте физики АН УССР, в отделе, который возглавлял член-корреспондент АН УССР А.А. Харкевич, проводились тогда исследования по созданию магнитных пленок для записи электрических импульсов.

Сергей Алексеевич обратился в Институт физики, и А.А. Харкевич согласился сделать для нас магнитный барабан. Непосредственными исполнителями были инженеры Р.Г. Офенгенден и М.Д. Шулейко. Дело было новое и трудное, заняла эта работа уже более года и все затягивалась. А время не ждало, оно стремительно мчалось вперед, и создание МЭСМ у нас в Феофании находилось уже на такой стадии, когда нам был необходим магнитный барабан. Посоветовавшись с Сергеем Алексеевичем, решили, что парторг должна выступить на общеакадемической партийной конференции с освещением причин, тормозящих нашу работу.

«Дело с барабаном» довели до сведения конференции. Барабан в быстром темпе был нам доставлен, но директор Института физики М.В. Пасечник долго еще вспоминал при встречах с парторгом лаборатории «барабанный бой» на конференции.

Магнитные головки и усилители к ним делали и отлаживали мы сами. Затем производилась отладка усилителей вместе с барабаном. Занимались этими усилителями И.П. Окулова и Р.Я. Черняк. Много часов провели они вместе с руководителем группы возле магнитного барабана, на который то не записывались нужные коды, то возникали вдруг из недр его магнитного подсознания те, которых ему вовсе не надо было «помнить». Начиналось выяснение: кто виноват? Магнитное покрытие, плохая центровка *барабана*, считывающие головки или усилители?

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

#### 4. КОМПЛЕКСНАЯ ОТЛАДКА И СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

После окончания автономной отладки всех устройств машины, когда был закончен монтаж межблочных соединений и введен в действие пульт управления, началась в конце 1950 г. комплексная отладка машины, представляющая собой последний, наиболее ответственный и сложный этап работы.

Появились неприятности, обычные при отладке больших автоматических систем. Необходимо было увязать в единую систему все входные и выходные сигналы отдельных устройств, которые при подключении реальных нагрузок заметно меняли свои параметры. Это был первый опыт работы такого рода. В это время лаборатория начала переходить на трехсменную работу, Сергей Алексеевич работал в лаборатории ежедневно.

Кроме того, несмотря на относительно низкую рабочую частоту (5 кГц), в значительной степени сказывались взаимные влияния цепей, так как первоначально магистрали были выполнены неэкранированным проводом; из-за отсутствия опыта не было принято должных мер по экранированию и заземлению схем.

В процессе комплексной отладки приходилось принимать меры по увеличению мощности сигналов (путем установки дополнительных катодных повторителей и инверторов), заменять в некоторых местах неэкранированные провода экранированными, устанавливать емкостные развязки в цепях питания и даже прокладывать заново кодовые шины высокочастотным экранированным кабелем.

Существенные работы приходилось выполнять для устранения опасности попадания под напряжение персонала в процессе комплексной отладки. Первоначально металлический каркас машины, который был заземлен, являлся основным очагом опасности — питание машины осуществлялось напряжением  $\pm 250$  вольт; при случайном прикосновении отладчиков одновременно к каркасу и какому-нибудь элементу схемы мог произойти несчастный случай. Поэтому в дальнейшем все открытые металлические части каркаса надежно были обмотаны изоляционным материалом, питание паяльников переведено на пониженное напряжение, были сконструированы и изготовлены специальные щиты, исключая возможность прямого касания токоведущих частей. В результате принятых мер за все время, разработки и комплексной отладки ни одной существенной травмы в коллективе не произошло.

Если на этапе автономной проверки устройств можно было ограничиться одновременной работой в смене 2 человек, то при комплексной отладке в зале должна была находиться значительно более многочисленная бригада. Руководили комплексной отладкой С.А. Лебедев и его заместитель — они определяли очередность отладки узлов, решали вопросы стыковки устройств, а также непосредственно включались в отладку при возникновении различных затруднений.

Большие неприятности доставляло нам несовершенство имевшихся тогда в нашем распоряжении электронных ламп. Ведь более чем шесть тысяч этих ламп должны были работать в нашей машине в строго заданных режимах. У ламп одного типа, работающих в симметричных триггерных схемах, должны были быть идентичные параметры и характеристики, это было необходимым условием правильной работы ЭВМ. В то же время даже в одной и той же лампе — основной лампе триггера МЭСМ — двойном триоде 6Н8 две ее половинки

сплошь и рядом имели разные характеристики. Поэтому все лампы предварительно проверялись на идентичность характеристик. Нужно было проверить несколько тысяч ламп, чтобы подобрать годные для триггерных схем.

Кроме того, радиолампы имели свойство со временем изменять свои характеристики. Для того чтобы они несколько стабилизировались, их тренировали в заданных режимах на специальных стендах в течение 30 часов. Этим занималась инженер З.С. Зорина.

И все же после отключения машины на ночь, утром ленивые лампы долго «раскачивались», проходило 1,5-2 часа, прежде чем они начинали работать в заданном режиме.

Терять 1,5-2 часа каждый день? Нет, это было неприемлемо, просто недопустимо! Машину перестали выключать, она была включена круглосуточно — ночью возле нее оставались дежурные. В это время мы и перешли на трехсменную работу, которая сохранилась и после сдачи машины, когда началось уже решение задач для различных заказчиков.

Число инженеров и техников-отладчиков по-прежнему было очень невелико, всего 15—20 человек. Поэтому, часто одним и тем же людям приходилось работать в две смены.

В нашем сравнительно небольшом «машинном зале» с низкими потолками (только через полгода разобрали перекрытие) накал шести тысяч радиоламп создавал температуру накаленной солнцем пустыни. Отопление зала было прекращено, но, несмотря на это, даже зимой при открытых окнах температура достигала 30 с лишним градусов, а летом свыше 40.

Никакого кондиционера и прочих условий современного комфорта в машинных залах ЭВМ у нас, естественно, не было. С трудом мы доставали вентиляторы.

В жаркие летние дни машину приходилось выключать. Не выдерживали... Не мы — электронные лампы и резисторы, они выходили из нормального режима, у машины начинался «импульсный бред».

Сергей Алексеевич в этот период работал в машинном, зале до 2—3 часов ночи. Работал он самозабвенно, забывая о времени, обеде и ужине. Мы по очереди перекусывали и перекуривали. Сергей Алексеевич только курил и пил очень крепкий чай, воду для которого мы кипятили ему тут же на плитке. Иногда нам удавалось уговорить его поесть, и жена Р.Я. Черняка, который жил с семьей на втором этаже, приносила ему что-нибудь горячее.

Часто, часа в 2—3 ночи, после 12—14 часов работы, заметив вдруг наши не очень бодрые лица, Сергей Алексеевич говорил: «Кажется, уже поздно, наверное, около 11 часов?» Мы молча переглядывались. Тогда взглянув на часы, он удивленно спрашивал: «Почему же вы не идете спать?» Но ни один из нас не хотел уходить, пока оставался работать Сергей Алексеевич. Тогда Сергей Алексеевич решал: «Ну, на сегодня — все», — и уезжал на своем «Москвиче». Все расходились по комнатам спать, оставив дежурных сторожить бессонную машину, которой отдых шел только во вред.

Эти поездки, конечно, были утомительны, и поэтому весной 1951 г. Сергей Алексеевич с семьей переехал в Феофанию и поселился на втором этаже лаборатории.

Собственно говоря, в это время все основные отладчики, как правило, безвыездно всю неделю жили в Феофании, часто оставаясь там и на

воскресенье. Появилась необходимость организовать там горячее питание, хотя бы обед.

Нашли в Киеве женщину, которая не имела в городе жилплощади, она согласилась жить в Феофании и за небольшую плату готовить нам обеды. За нашим «коммунальным» обеденным столом сидело по 10—12 сотрудинок. Так, кроме общения в «клубе на колесах», появились еще собеседования за «круглым столом», которые проходили всегда в дружеской и теплой обстановке (ведь рядом варился наш обед).

Заведующим «общепитом» был единогласно избран новый аспирант Сергея Алексеевича инженер Н.П. Похило, отличавшийся чрезвычайной аккуратностью и добросовестностью. Со свойственной ему пунктуальностью он завел специальную книжечку учета поступающих от нас и выдаваемых на расходы денег.

В этой книге были записаны все фамилии «питающихся единиц», а против них графы: «А — питание», «Б — обслуживание». В дни получек он подходил с этой книжечкой и говорил: «С Вас причитается по графе «А — питание» и по графе «Б — обслуживание». Вы не уплатили прошлый раз». Слова «А — питание», «Б — обслуживание» стали крылатыми и долго употреблялись нами в различных ситуациях.

Всем нам запомнились ночи напряженной работы по отладке первой ЭВМ. Это был творческий поиск, и Сергей Алексеевич увлекал нас своей страстностью и всепоглощающим стремлением достичь желаемых результатов в совершенно новой и неизведанной области.

Все работали на пределе своих сил и творческих возможностей. У каждого был свой удел, свои блоки, схемы которых он знал на память и знал все их повадки и капризы.

Аня Гладыш была специалистом по блоку центрального управления. Сидя на стремянке под потолком, с паяльником в руках, она умела найти с этим капризным блоком «общий язык», и когда он начинал капризничать, она спокойно говорила: «Вот мы сейчас впаяем здесь сопротивление — и все будет в порядке». И действительно, блок начинал работать. Это была интуиция, рожденная опытом работы отладчика ЭВМ.

Узел арифметического устройства был в ведении С.Б. Погребинского. После долгого общения со своим «родным» блоком С.Б. Погребинский однажды, сидя, как и Аня Гладыш, «под небесами» со стороны монтажа за панелями машины, произнес со своей обычной невозмутимостью: «Из этого блока можно выбросить половину, и при этом он станет гораздо лучше». Позже он обосновал это заявление. Так появился принцип деления чисел с фиксированной запятой без сдвига промежуточного остатка, который был применен в ЭВМ «МЭСМ» и затем «Киев».

В начальной стадии отладка производилась с пульта, управления телеграфным ключом, при помощи которого вводились в регистры машины импульсы, по одному при каждом нажатии ключа. Таким образом, вводились в ячейки, памяти коды чисел и команд, так же по элементам выполнялись операции.

Позже, когда в работу было введено пассивное запоминающее устройство, ключом уже включался весь цикл, и выполнение данной операции производилось в пределах цикла автоматически.

Наши старые знакомые — «строптивные» триггеры снова отравляли нам существование, но свой вредный характер они проявляли уже на «высшем

уровне». Ведь в ячейке их было 21 штука, и стоило одному выкинуть какой-нибудь «фокус»: перевернуться не вовремя или, наоборот, не сработать по приказу посланного импульса, как вся ячейка начинала работать неправильно, что на языке наладчиков называется «барахлить».

Часто вдруг по совершенно неизвестным причинам в ячейке появлялись лишние единички, изменяя тем самым число, находящееся в ней.

О, эти спонтанно «рождающиеся единички», сколько мук они доставляли нам! Особенно часто они «рождались» в теплые летние ночи, когда машина работала в предельном температурном режиме. Днем летом вообще нельзя было работать.

Часто после многократного безуспешного повторения очередного теста и непрерывного «рождения единичек», в результате чего, например, при перемножении « $2 \times 2$ » в ответе получалось «5», «9», «100» — все что угодно, только не «4», кто-нибудь из нас в отчаянии произносил: «Опять рождаются, проклятые!»

И тут из-за панели, где находилась злополучная ячейка, раздавался воинственный крик Толи Семеновского, никогда не терявшего бодрости и чувства юмора: «Задавим всех!»

Это значило, что он начинает припаивать конденсатор или резистор, которые должны стабилизировать работу схемы.

Надо полагать, что случайному одинокому прохожему, идущему в эти часы темной ночи мимо нашего дома, становилось не по себе от этих воплей, несущихся из открытых, забранных железными решетками окон первого этажа.

Пришло время включать в схему машины внешние устройства ввода исходных данных и вывода результатов.

На первом этапе ввод данных осуществлялся с перфокарт при помощи обычной машины — сортировки, приспособленной для этой цели. Вывод результатов выполнялся цифropечатающим устройством, присоединенным к одному из элементов электронного запоминающего устройства, на который подавался код результата вычислений. Это устройство преобразовывало двоичный код чисел ЭВМ в десятичный и печатало их на бумажной ленте.

Работа над «цифropечаткой» была поручена З.Л. Рабиновичу, который к этому времени уже закончил и защитил свою диссертацию, тема которой была связана с моделирующими устройствами.

Естественно, что и тут дело шло не всегда гладко. Иногда между ними (З.Л. Рабиновичем и «цифropечаткой») были какие-то неурядицы, и тогда «цифropечатка» печатала совершенно другое число, чем то, которое было на выходном регистре запоминающего устройства. Мы все к этому времени настолько освоили перевод в уме двоичных кодов в десятичные, что мгновенно разоблачали это «бесстыдное вранье». И тогда говорили: «Машина считает правильно. Это все Рабиновича штучки», а ведь виноват был не он, а она — «цифropечатка».

И вот, наконец, наша МЭСМ начала делать первые робкие шаги. Подумать только, на вопрос, заданный ей с пульта: «Сколько будет  $2 \times 2$ ?», она к бурной радости всех нас почти всегда отвечала: «4».

Надо сказать, что в это время к нам уже довольно часто начали наведываться математики: академики Б.В. Гнеденко, А.Ю. Ишлинский и другие. Заинтересованный нашей машиной, несколько раз приезжал Б.Е. Патон.

Мы самоуверенно считали, что если бы не волокита с оформлением пропуска, то толпы академиков повалили бы к нам полюбоваться нашим

новорожденным детищем. И что удивительно, даже тогда, когда МЭСМ уже запросто оперировала семизначными числами, каждый приходивший впервые академик прежде всего просил показать ему, как МЭСМ решает сложнейшую задачу на умножение: « $2 \times 2$ ». И увидев правильный ответ, высказывал восхищение ее выдающимися умственными способностями. И это было не удивительно — в то время даже академики никогда не видели, как «живая» ЭВМ производит вычисления.

К этому периоду, когда из отдельных блоков и узлов сформировалась и начала функционировать как целостный организм наша машина, она и получила свое имя — МЭСМ.

Надо сказать, что хотя здесь в наших воспоминаниях мы с самого начала называем ее МЭСМ, но до этого времени начала ее работы она не имела строго определенного собственного имени и именовалась общим нарицательным именем — машина как новорожденный младенец до регистрации в загсе называется просто малыш. Дело в том, что вообще для быстродействующих электронных вычислительных машин еще не было единого определенного названия, у них было много имен. Их называли ЦВМ (цифровые вычислительные машины), БСМ (быстродействующие счетные машины) и т.п. Каждый называл их именем, которое ему больше импонировало.

Нашу машину Сергей Алексеевич решил назвать МЭСМ (модель электронной счетной машины), так как первоначальным назначением ее была проверка правильности основных направлений проектирования электронных цифровых счетных машин с программным управлением, накопление опыта отладки отдельных узлов и взаимосвязи элементов машины в замкнутом цикле и приобретение опыта программирования для ЭВМ.

Однако впоследствии МЭСМ переросла это назначение. Когда на ней был уже решен ряд очень важных задач, ее решили переименовать в малую электронную счетную машину, однако ее сокращенное название от этого не изменилось. Как она была названа при рождении МЭСМ, так под этим именем и прожила свою короткую, но славную жизнь.

На самом видном месте на панелях машины стоял блок коммутатора команд, представляющий из себя квадрат размером 60 x 60 см, на лицевой стороне которого тесно друг к другу были установлены ламповые диоды 6Х6. Баллоны этих ламп были двух видов — черные и серебристые. Сначала у нас на коммутаторе стояли все черные, и вот однажды, перед приходом Сергея Алексеевича, мы заменили часть черных диодов на серебристые таким образом, «чтобы посередине блока образовались большие серебряные буквы «МЭСМ» (конфигурация этих букв напоминала те, которые много лет спустя начали печатать сами ЭВМ на перфолентах).

Сергей Алексеевич вошел в машинный зал, посмотрел на коммутатор, подошел ближе, сдвинул очки на лоб и улыбнулся — машина получила имя.

В середине 1951 г. Сергей Алексеевич, был назначен директором Института точной механики и вычислительной техники АН СССР в Москве, где были начаты под его руководством разработки быстродействующей электронной вычислительной машины (БЭСМ). Поэтому он вынужден был «работать на 2 фронта», периодически бывая то в Феофании, то в Москве. Связь с ним часто осуществлялась по телефону. Мы советовались, как выйти из того или иного затруднения, делились радостью достигнутого успеха. Но в наиболее ответственные моменты, как, например, подготовка машины к сдаче госкомиссии, первое решение практических задач, Сергей Алексеевич

неизменно бывал с нами. Впоследствии для участия в комплексной отладке машины БЭСМ в 1953 г. Сергей Алексеевич направил в Москву на 2—3 месяца небольшую группу сотрудников из Феофании, так как тогда только коллектив, работавший над МЭСМ, имел опыт комплексной отладки машин. Для осуществления комплексной отладки МЭСМ вначале были подготовлены небольшие тестовые программы проверки работоспособности и надежности отдельных устройств. Эти программы осуществляли повторяющееся выполнение машиной какой-либо одной операции (например, деления) над наперед заданными числами. Если операция выполнялась правильно, то расчет повторялся; если в машине происходил сбой, то она останавливалась. Аналогичные программы были подготовлены для проверки оперативного и пассивного запоминающих устройств, устройства управления, внешнего запоминающего устройства на магнитном барабане. Впоследствии все эти локальные тестовые программы были объединены в одну комплексную испытательную программу, которой мы пользовались при профилактических проверках машины в период ее нормальной эксплуатации. 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 земли с учетом только гравитационных сил (но, как уже говорилось, без учета сопротивления воздуха), представляет собой уравнение параболы. 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 изменяли. 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 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.

Описанный эпизод имел большое воспитательное значение и впоследствии вспоминался на протяжении многих лет. Как только математики начинали обвинять машину во всех «смертных грехах», инженеры им говорили: «Вспомните баллистическую траекторию!» Это всегда действовало отрезвляюще на разгоряченные математические умы. Хотя и не всегда обоснованно — машина тоже ошибалась. Было выработано правило: верить расчетам машины, если она их точно повторяет. Правда, особенно ответственные задачи иногда повторялись трижды, да еще и в разное время, да еще и после успешной проверки машины тестами. Но это только для суперответственных задач. В остальных случаях дублированию расчетов верили. И машина никогда не подводила. Если же машина не повторяла свои результаты, то никаких претензий к программистам не предъявлялось. В этом случае было известно, что виноваты сбои, а в машинах первого поколения они, к сожалению, возникали весьма часто.

В первый же год после сдачи машины в эксплуатацию были приняты меры к повышению ее надежности. Главным средством, позволяющим устранить малонадежные детали, было признано проведение граничных, или, как мы их называли, «кабальных» испытаний.

Эти испытания заключались в искусственном создании ненормальных условий работы (изменение напряжений питания, асимметричное включение триггерных элементов, кратковременные выключения вентиляции с целью ненормального повышения температуры, создание искусственных вибраций). И машину проверяли именно в таких условиях, заменяя неустойчивые элементы более надежными, справедливо считая, что если она будет работать хорошо в таких ухудшенных, режимах, то в нормальных условиях должна работать еще лучше, надежнее.

Впоследствии и по сей день для машин любых поколений метод граничных испытаний (или так называемого «профконтроля») является одним из главных методов проверки и повышения надежности работы электронных вычислительных машин.

В декабре 1951 г. комплексная отладка была закончена и начались испытания МЭСМ путем решения практических задач, которые программировали для нее сотрудники Института математики АН УССР.

Одной из первых решенных задач, имевших практическую ценность, была задача из области математической статистики, предложенная академиком АН УССР Б.В. Гнеденко и являвшаяся примером табулирования функций на ЭВМ. Б.В. Гнеденко принимал активное участие еще в семинарах, предшествующих проектированию машины, и сразу оценил возможности МЭСМ, несмотря на то, что она была еще в «пеленках». Он сыграл большую роль в развитии нашей вычислительной техники: участвовал в 1947—1948 гг. в определении основных математических параметров первой отечественной ЭВМ — МЭСМ; вместе со своими учениками В.С. Королюком и В.С. Михалевичем (ныне академиками АН УССР) ставил на ней первые задачи. После отъезда С.А. Лебедева в Москву Б.В. Гнеденко возглавил нашу лабораторию. По его инициативе и под его руководством в 1956 г. было начато создание второй на Украине ЭВМ «Киев». Будучи в то время директором Института математики АН УССР, Борис Владимирович приложил много труда для создания на базе нашей лаборатории первого на Украине Вычислительного центра, из которого впоследствии вырос Институт кибернетики.

Работать с Борисом Владимировичем было легко и интересно. Человек высокой внутренней культуры и подлинной интеллигентности, он просто и доброжелательно относился ко всем нам, был начисто лишен академической чопорности, какого-либо высокомерия и обладал природным чувством юмора, что всегда помогало в трудные минуты.

Борис Владимирович организовал в нашей лаборатории семинар по математической статистике и теории вероятностей, где читал лекции сам и в то время молодые кандидаты физико-математических наук В.С. Королук и В.С. Михалевич.

Эти занятия очень помогли инженерам-электронщикам ориентироваться в не очень знакомой тогда для них области математики, что было весьма необходимо для квалифицированного общения с ЭВМ.

Зима 1950—1951 гг. была очень суровой и снежной. Наш автобус начал застревать в сугробах, так как после поворота с Васильковского шоссе на Феюфанию вся дорога была занесена глубоким снегом, ведь по ней, кроме нас, почти никто не ездил. Приходилось, выходя из автобуса и заранее припасенными под сиденьями лопатами расчищать путь к своему рабочему месту.

Запомнился нам необычайно сильный снегопад перед 8 Марта. Трамваи и автобусы не могли преодолеть снежные заносы на улицах Киева. 5 марта остались работать в Феюфании в ночную смену 4 человека, были среди них и две женщины. Утром 6 автобус не смог выехать даже из Киева. Сотрудники разошлись по домам, 7 повторилось то же самое. Оставшимся в лаборатории «отшельникам» пришлось туго — продукты у всех кончились. Из рациона прежних монастырских затворников — хлеба и воды — осталась только вода. Третья попытка пробиться к ним автобусом утром 8 Марта также не увенчалась успехом. К счастью, среди сотрудников нашлись добровольцы, которые отправились по сугробам пешком в Феюфанию, захватив поздравительные открытки и коробки конфет, которые должны были вручить женщинам на торжественном собрании в Институте электротехники, посвященном дню 8 Марта. Хорошо, что они сообразили взять еще две буханки хлеба и какие-то

консервы, иначе проголодавшиеся отшельники могли бы проглотить их всех целиком, ведь конфеты годились только в качестве третьего блюда — на закуску.

Ближе к весне начался сильный гололед, все кочки и колеи нашей проселочной дороги обледенели и напоминали ледяные торосы. Однажды, доехав кое-как утром в лабораторию, выехать вечером оттуда мы не смогли. Тут уже не Пиневич, а сам шофер Максим сказал, что автобус на такой дороге обязательно опрокинется. Все остались ночевать. Утром положение не улучшилось, к концу работы — то же. Сотрудников было много (весь личный состав лаборатории), продуктов — мало. Дома у всех родные ничего не знали, телефонные провода оборвались, связь прервалась. Начались «народные-волнения». Было решено ехать в Киев: Максим Кардо-Сысоев не соглашался. Однако «толпы голодающих» продолжали настаивать. Тогда Максим решительно сказал: «Я поеду только в том случае, если все напишут мне расписки, что в случае аварии автобуса и поголовной смерти отвечать за это буду не я».

История не сохранила сведений о том, были ли написаны такие расписки, однако в тот день мы доехали до города без смертельного исхода.

В конце 1951 г. в Феофанию из Москвы приехала весьма представительная комиссия АН СССР для приемки в эксплуатацию ЭВМ 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. Так как в Феофании не было ни буфета, ни тем более столовой, а комиссия не хотела тратить 3—4 часа на поездку в Киев, нам пришлось подключить их к своей системе: «А — питание», «Б — обслуживание».

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. Розенцвейгу, А.Г. Семеновскому, Е.А. Шкабара и сотрудникам Института физики за создание магнитного барабана Р.Г. Офенгендену 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.

## **5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЭСМ И ПОДГОТОВКА К СОЗДАНИЮ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ЭВМ «КИЕВ»**

После ввода 25 декабря 1951 г. машины МЭСМ в эксплуатацию началось систематическое решение на ней практических задач. Уже в то время наметился тот общий порядок постановки и решения задач, который в основном сохранился и в настоящее время.

Постановщики задач (инженеры или математики) разрабатывали методики решения, т.е. составляли формулы (математические описания) и выбирали численные методы их решения, пользуясь в большинстве случаев достаточно подробно разработанными теориями численных решений. Вслед за этим создавались алгоритмы, т.е. указывался точный порядок и последовательность решений. На основании этих алгоритмов составлялись программы в «машинных кодах», т.е. с использованием тех конкретных операций, которые входили в номенклатуру выполняемых данной конкретной машиной команд.

Ко времени ввода машины в эксплуатацию еще не были разработаны алгоритмические языки (алгол, фортран и др.), с помощью которых в настоящее время значительно упростился процесс решения задач на электронных вычислительных машинах. На современных машинах первый этап, т.е. выбор методик, сохранился, а алгоритмы записываются непосредственно на алгоритмических языках и вводятся в машины, которые снабжены специальными программами-трансляторами, обеспечивающими автоматический перевод с этих языков на «машинные коды» и дальнейшее автоматическое выполнение полученных программ.

Тогда общение с ЭВМ было значительно более сложным и трудоемким.

Приведем краткие описания некоторых решенных на МЭСМ задач.

Было выполнено табулирование функции, определяющей вероятность максимальной разности между двумя эмпирическими распределениями при заданном количестве наблюдений. Полученные таблицы предназначались для определения статистическим методом качества промышленной продукции станков-автоматов при крупносерийном производстве. Задача была поставлена академиком АН УССР Б.В. Гнеденко и его учениками и внедрена со значительным экономическим эффектом на заводе станков-автоматов им. Горького, а также на ряде других предприятий. Результаты решения этой задачи актуальны и по сей день.

Были определены сеточные токи мощных генераторных ламп, используемых в радиопередатчиках самого различного назначения. При этом требовалось решение интегрального уравнения, пределы интегрирования которого определялись с помощью трансцендентных уравнений. Задача была поставлена заведующим отделом радиотехники Института электротехники, членом-корреспондентом АН УССР С.И. Тетельбаумом и его сотрудниками и предназначалась для внедрения в ряде заинтересованных ведомств. Было просчитано около 850 вариантов, охватывающих широкий диапазон работы мощных радиопередающих устройств.

Одной из важнейших задач, решенных на МЭСМ в этот период, были расчеты устойчивости параллельной работы агрегатов Куйбышевской гидроэлектростанции, определяемые системой нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка. Целью решения указанной задачи было определение условий, при которых максимально возможная мощность может передаваться в Москву без нарушения устойчивости системы. Задача была поставлена заведующим отделом электростанций Института электротехники, доктором технических наук Л.В. Цукерником. Были рассчитаны оптимальные

режимы передачи энергии для 10 вариантов исходных данных. Причиной постановки указанной задачи было существенное расхождение результатов экспериментальных данных с предполагаемыми проектными величинами. В результате решения задачи были выработаны рекомендации, позволившие значительно повысить величину передаваемых в Москву мощностей. К сожалению, в те времена мало значения придавалось расчетам экономической эффективности научно-исследовательских работ, которая в этом случае была весьма высокой. Выполненные на машине расчеты впоследствии неоднократно повторялись, и отработанные методики имеют фундаментальные значения.

На МЭСМ проводились расчеты с целью автоматизации проектирования продольного профиля автомобильных дорог. Выбор проектной линии продольного профиля автомобильных дорог, особенно в условиях сложного рельефа местности, представляет собой вариационную задачу, решение которой включает технико-экономические расчеты. Для выбора наилучшего по технико-экономическим показателям решения требуется проведение вариантных расчетов, которые обычно из-за значительной трудоемкости не выполнялись, и поэтому принятые проектные решения носили субъективный характер, что приводило к значительному перерасходу средств. Суть задачи заключалась в автоматическом выборе оптимального варианта профиля автомобильных дорог из условий минимума объема земляных работ. Задача имела чрезвычайно важное для практики значение, и ее результаты всегда давали значительный экономический эффект. Задача была поставлена профессором Киевского автодорожного института К.А. Хавкиным, под руководством которого впоследствии при Автодорожном институте была создана специальная научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектно-изыскательских работ с вычислительным центром, выполнявшим оптимизационные расчеты для ряда ведущих проектных организаций страны.

В этот же период проводились исследования надежности ЭВМ, причин возникновения сбоев, влияния профилактических мероприятий на устойчивость работы машины, проводился статистический анализ интенсивностей отказов в работе отдельных элементов.

Часть разработчиков была занята обслуживанием машины, участвуя в решении задач, другая часть вела статистические исследования, используя машину как непрерывно действующий экспериментальный «стенд».

Необходимые для анализа статистические данные собирались на основании подробных записей в оперативных журналах, которые мы называли «вахтенными».

Результаты исследований были доложены на первой Всесоюзной конференции в Москве в 1956 г. Она проходила под руководством С.А. Лебедева и называлась «Пути развития отечественного математического машиностроения». С докладом об опыте эксплуатации МЭСМ выступил заместитель заведующего нашей лабораторией.

В связи с быстрым развитием реактивной и ракетной техники задачи внешней баллистики возникали как грибы после дождя. Это были задачи различной сложности, начиная от относительно простых многовариантных расчетов траекторий, проходящих в пределах земной атмосферы при незначительном перепаде высот, до весьма сложных, связанных с полетом объектов за пределами земной атмосферы. Но даже простейшие баллистические расчеты усложнялись требованиями повышенной точности результатов.

Такого типа расчеты немыслимо было выполнить без применения новейшей вычислительной техники, так как они требовали громадного объема вычислений. Следует отметить, что расчеты, как правило, были рекуррентными и воспользоваться «числом, а не умением», т.е. увеличивать количество вычислителей для ускорения работы, не представлялось возможным.

В этих условиях электронные вычислительные машины ждали как «манны небесной». К 1951—1952 гг. ситуация особенно обострилась, так как поступила информация о быстром развитии электронной вычислительной техники в США, где такие задачи на ЭВМ решались много быстрее и точнее, чем на неэлектронных счетных устройствах.

В конце 1951 г. МЭСМ была не только первой, но и единственной в СССР действующей электронной вычислительной машиной, обладавшей хотя и ограниченными, но все же значительно превосходящими другие средства вычислительной техники, возможностями.

Именно поэтому весь 1952 год машина интенсивно эксплуатировалась для решения особо важных задач, и даже такие неотложные с точки зрения народного хозяйства задачи, как расчеты энергосистем, «пробивались» на машину с огромным трудом, не говоря уже о задачах, связанных с совершенствованием технологических процессов, решение которых на ЭВМ вообще до поры до времени откладывалось.

Приезжали из Москвы со своими задачами А.А. Ляпунов, М.Р. Шура-Бура, А.А. Абрамов и другие.

Постановка задач на ЭВМ была делом совершенно новым, никто не имел в этом опыта, поэтому москвичи жили у нас подолгу, иногда по 2—3 месяца.

Все приезжающие были видными математиками, они были очень заинтересованы в освоении нового математического метода, а задачи, которые они привозили, были весьма срочными и важными.

Помним появление у нас в лаборатории А.А. Абрамова. Он приехал днем из Москвы и хотел тотчас ехать в Феофанию знакомиться с нашей МЭСМ. Однако сделать это было очень трудно, так как дело было ранней весной (5 марта 1952 г.) и были очередные снежные заносы. Транспорт из Киева в Феофанию не ходил. Тогда Абрамов сказал, что он не в состоянии отложить свидание с нашей «прекрасной дамой» — МЭСМ до завтра, и уговорил заместителя заведующего лабораторией пойти в Феофанию пешком. Пришли они поздно, и работавшие вечером в лаборатории Р.Я. Черняк и кто-то еще ахнули, увидев полузамерзшего, сине-белого А.А. Абрамова, который проделал 12-километровый путь по занесенной снегом дороге в легких туфлях и каком-то уж очень облегченном пальто. Единственный «медикамент», который был в нашем распоряжении, — чистый спирт, употреблявшийся для промывки монтажа. Мы его решили употребить всеми возможными в медицине способами, т.е. как внутренне, так и наружно. Лечение помогло — утром нетерпеливый путешественник проснулся здоровым и был «представлен» нашей МЭСМ. До сих пор не можем понять, как он не получил воспаления легких от этой веселой прогулки.

А МЭСМ продолжала решать задачи добросовестно и очень не плохо, подтверждая тем самым, что принципы, заложенные в нее, оправдали себя. Сергей Алексеевич предложил своим помощникам написать совместно с ним монографию о МЭСМ с описанием принципов ее действия, схем и методики выполнения операций. Эта монография была написана и издана в 1952 г. [2].

О первой в Европе ЭВМ, работающей у нас в Феофании, узнали вездесущие репортеры и журналисты. Добившись пропусков, они приезжали в Феофанию и жаждали получить интервью у Сергея Алексеевича. Но не тут-то было — Сергей Алексеевич уклонялся от встреч с ними вплоть до того, что уходил в лес и там занимался своими обычными вычислениями и прикидками различных вариантов улучшения машины. Он говорил: «Гоните их отсюда, зачем нам эта реклама? Или в крайнем случае беседуйте с ними сами, у меня для этого нет времени».

Однажды, когда один из репортеров предъявил нам уж очень внушительный документ о своих полномочиях и настаивал на встрече с С.А. Лебедевым, мы проводили его в лес, где обычно сидел Сергей Алексеевич.

Дело было летом, Сергей Алексеевич в шортах сидел на пенечке и что-то писал, ничего не замечая вокруг. Мы сказали репортеру: «Вот академик Лебедев». «Вы шутите», — не поверил сначала репортер.

Очень не любил Сергей Алексеевич рекламы, а уж самореклама была с ним «психологически» несовместима. И хотя основные идеи МЭСМ принадлежали ему, он никогда и ни разу не сказал: «Это была моя идея» или «Это предложил я». В 1952 г. Сергей Алексеевич уехал в Москву, где в это время в Институте точной механики и вычислительной техники заканчивался монтаж БЭСМ, и занял пост директора этого института. Наша лаборатория со всем оборудованием, полным штатом сотрудников и МЭСМ осталась в Киеве.

С 1953—1955 гг. в Советском Союзе начали работать мощные универсальные вычислительные машины, такие, как созданная под руководством С.А. Лебедева машина БЭСМ, которая была в то время одной из лучших в мире. Машина обладала большим (по тому времени) быстродействием (10 тыс. трехадресных операций в секунду), была снабжена оперативным запоминающим устройством на электронно-лучевых трубках, внешней памятью на магнитных барабанах и лентах, магнитным оперативным запоминающим устройством на ферритовых сердечниках и другими устройствами, являющимися неотъемлемой частью всех современных электронных вычислительных машин.

При создании машины был в значительной мере использован опыт разработки МЭСМ. Была сохранена трехадресная система команд, пассивное запоминающее устройство. Многие структурные решения были аналогичными, и даже названия многих блоков были С.А. Лебедевым сохранены, хотя, конечно, машина отличалась не только масштабами, но во многом и принципиально; в частности, в машине впервые в СССР были реализованы представление чисел с плавающей запятой, система групповых переносов в арифметическом устройстве и др. БЭСМ стала родоначальницей большой группы электронных вычислительных машин: БЭСМ-2, БЭСМ-4, БЭСМ-6. Последняя модель и на сегодня является одной из лучших отечественных машин и выполняет до 1 млн. операций в секунду. Идеи машины серии БЭСМ были использованы в машинах М-20, М-220, М-222 и большом количестве других модификаций, разработанных учеными школы С.А. Лебедева.

Вслед за БЭСМ в строй вступили несколько машин типа «Стрела», созданных под руководством Ю.Я. Базилевского, впоследствии начальника технического управления и заместителя министра Минприбора, а также двухадресные машины М-2 и М-3, разработанные под руководством И.С. Брука, которые стали прототипами одной из наиболее распространенной в СССР серии машин типа «Минск». В то же время под руководством Б.И. Рамеева была

закончена разработка одноадресных машин серии «Урал» и начался их серийный выпуск.

Все перечисленные машины были универсальными, предназначенными для решения задач, связанных с громоздкими вычислениями.

Машин для управления технологическими процессами в то время еще не было.

Бурно развивающаяся промышленность требовала совершенствования технологических процессов, ведения и в оптимальных режимах, позволяющих значительно увеличить производительность агрегатов и улучшить качество продукции.

Мировая практика показала, что одним из лучших средств решения задач оптимизации технологических процессов является использование широких возможностей электронных вычислительных машин, которые могли бы решать эти задачи в натуральном масштабе времени, оперативно и своевременно реагируя на изменяющиеся ситуации и выбирая наилучшие для данной ситуации решения (технологические режимы). Впоследствии системы управления технологическими процессами стали широко применяться в различных отраслях — промышленности, энергетике и были названы узаконенной в русском языке аббревиатурой АСУ ТП.

Работавший в Киеве коллектив созданной С.А. Лебедевым лаборатории параллельно с круглосуточной эксплуатацией МЭСМ и исследованием надежности ее элементов и узлов вел подготовку к созданию новой электронной вычислительной машины, предназначенной также и для управления технологическими процессами. (Такая машина была впервые в СССР разработана в нашей лаборатории, и ей было присвоено название «Киев».)

За период 1953—1956 гг. коллектив лаборатории подготовил и издал ряд сборников, трудов, в которых излагались основные результаты проделанной за эти годы работы [3, 4].

В первом сборнике «Вопросы техники быстродействующих счетных машин», вышедшем в 1954 году, было опубликовано 17 статей сотрудников лаборатории, посвященных особенностям конструкции и методике испытаний МЭСМ, условиям программирования задач, решаемых на машине, обобщению опыта эксплуатации машины, разработке новых элементов и узлов для электронных вычислительных машин. Затем в 1955—1956 гг. был подготовлен и издан второй сборник трудов под названием «Вопросы вычислительной математики и техники», в который были включены 10 статей сотрудников лаборатории, содержащих информацию о научно-исследовательских работах, выполненных в 1955—1956 гг., и некоторые сведения о результатах эксплуатации действующих установок.

Как уже говорилось, создание ЭВМ «Киев» было первым опытом создания машины для управления технологическими процессами. Работы над ней были начаты в 1956 г. в нашей лаборатории (которая к тому времени была передана в Институт математики АН УССР) коллективом, создавшим под руководством С.А. Лебедева МЭСМ. Разработка ЭВМ «Киев» была начата по инициативе Б.В. Гнеденко. Руководили работой Б.В. Гнеденко, Л.Н. Дашевский и Е.Л. Ющенко. На заключительных этапах руководство этой работой Б.В. Гнеденко передал В.М. Глушкову. Разработка основных принципов построения машины и ее блок-схемы была выполнена авторами этой книги совместно с С.Б. Погребинским.

Как известно, структура управляющей машины должна обеспечивать легкость ее модернизации, возможность присоединения к ней дополнительных узлов и разнообразных вводных устройств, через которые поступает информация о ходе технологического процесса, состоять из автоматизированных узлов. Поскольку информация от управляемого объекта поступает аритмично, машину целесообразно строить по асинхронному принципу, т.е. не с жестко заданной, а переменной продолжительностью временных тактов, при которой каждый узел начинает свою работу по сигналу окончания работы предыдущего (или предыдущих) узлов.

В основу разработки ЭВМ «Киев» были положены эти требования.

В 1959 г. ЭВМ «Киев» была закончена изначала эксплуатироваться. Еще один экземпляр машины «Киев» был заказан объединенным Институтом ядерных исследований в Дубне. Он был изготовлен у нас в Киеве, затем установлен, отлажен и пущен в эксплуатацию при нашем участии в Дубне. На машине «Киев» были решены многие важные задачи.

В 1960 г. с помощью ЭВМ «Киев» впервые в мире производились опыты управления технологическими процессами на расстоянии с использованием телеграфных линий связей.

В качестве объекта управления был выбран конверторный цех Днепродзержинского металлургического завода им. Ф.Э. Дзержинского, расположенный на расстоянии более 500 км от г. Киева, где находилась ЭВМ. Целью эксперимента было установить возможность и целесообразность применения управляющих вычислительных машин для непосредственного анализа хода технологического режима и управления процессом.

В результате правильного автоматического выбора времени «повалки» бессемеровского конвертора, выплавляющего рельсовую сталь на заданном содержании углерода в металле, получается значительная экономия среднего времени цикла, т.е. увеличение производительности агрегата. Информация о технологических параметрах (расходе воздуха в процессе плавки, прозрачности пламени и др.) непрерывно по прямым телеграфным каналам поступала в машину, которая по заранее введенной в нее программе анализировала в натуральном масштабе времени ход процесса — определяла необходимое время «повалки», которое передавалось в Днепродзержинск оператору.

Обязательная реализация советов машины (которая осуществлялась оператором по специальному распоряжению начальника цеха) показала довольно высокую эффективность управления (экономия времени цикла выплавки на 2,7%), что соответствовало весьма значительному приросту производства стали.

Результаты этих исследований были положены в основу разработки специальной управляющей машины УМШН, которая обслуживала все агрегаты конверторного цеха. В 1962—1964 гг. вышли две монографии, где подробно излагались принципы работы, отладки, эксплуатации и математическое описание ЭВМ «Киев» [5, 6].

В 1956—1957 гг. по просьбе правления Украинского республиканского общества «Знание», которое тогда называлось «Обществом по распространению научных и политических знаний», силами нашей лаборатории был проведен общегородской семинар по вычислительной технике. Слушателями семинара были инженерно-технические работники предприятий и преподаватели вузов. По просьбе слушателей прочитанные лекции были изданы в виде сборника. Лекции читали ученики С.А. Лебедева, сотрудники нашей лаборатории.

Вступительную лекцию об основных устройствах ЭВМ, их взаимодействии и значении ЭВМ в развитии науки и техники читал один из авторов этой книги. Лекция заканчивалась словами, связывающими вычислительную технику с кибернетикой: «Нет оснований для сомнений в том, что в недалеком будущем на основании математического анализа деятельности мозга ЭВМ смогут выполнять ряд его сложных функций, например вывод теорем или построение новых гипотез».

Материалы этого семинара были изданы в виде «Сборника конспектов лекций по вычислительной технике» издательством КВИРТУ в 1958 году.

В конце 1956 г. МЭСМ демонтировали и передали в качестве учебного пособия в Киевский политехнический институт, который начал к тому времени выпускать специалистов по вычислительной технике.

А наша лаборатория вычислительной техники в 1957 г. была преобразована в самостоятельную организацию — Вычислительный центр АН УССР, а позже в 1962 г. — в Институт кибернетики АН УССР.

Но здесь уже начинается следующая страница истории отечественной вычислительной техники и кибернетики и заканчивается ее первая страница — история создания первой в Европе ЭВМ МЭСМ.

#### Литература

1. Лебедев С.А., Дашевский Л.Н., Шкабара Е.А. Электронные разрешающие устройства. - Сборник трудов Института электротехники АН УССР. Вып.1. Киев: Изд-во АН УССР, 1948.
2. Лебедев С.А., Дашевский Л.Н., Шкабара Е.А. Малая электронная счетная машина. М.: Академия наук СССР, 1952.
3. Вопросы техники быстродействующих счетных машин.- Сборник трудов Института электротехники АН УССР. Вып.2. Киев: Изд-во. АН УССР, 1954.
4. Вопросы вычислительной математики и техники.- Сборник трудов вычислительного центра. Вып.3. Киев: Изд-во АН УССР, 1958.
5. Дашевский Л.Н., Погребинский С.Б., Шкабара Е.А. ЭВМ "Киев", проектирование и эксплуатация. Киев: Техн\_ка, 1964.
6. Глушков В.М., Ющенко Е.Л. Математическое описание ЭВМ "Киев". Киев: Гос. изд-во техн. лит-ры УССР, 1962.

Оригинал [http://www.icfst.kiev.ua/MUSEUM/TXT/WhatItBegin\\_r.pdf](http://www.icfst.kiev.ua/MUSEUM/TXT/WhatItBegin_r.pdf)

"КАК ЭТО НАЧИНАЛОСЬ". Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара

Новое в жизни науки технике,

Л.Н. Дашевский, Е.А. Шкабара,

кандидаты технических наук

Серия «Математика, кибернетика» № 1, 1981 г.

Издается ежемесячно с 1967 г,

(Воспоминания о создании первой отечественной электронной вычислительной машины—МЭСМ)

Издательство «Знание» Москва 1981