

# Казанское производственное объединение вычислительных систем

Ю. В. Ревич

## *От автора*

Казанское производственное объединение вычислительных систем (КПО ВС), в разное время носившее название Казанского завода математических машин (КЗММ) и Казанского завода электронных вычислительных машин (КЗЭВМ) было крупнейшим предприятием в СССР, ориентированным на выпуск вычислительной техники. Как отмечается в [3.1], на КПО ВС за все время его существования было выпущено около 40% всей отечественной вычислительной техники и множество других изделий, включая практически все АЦПУ<sup>1</sup>, произведенные в нашей стране. История завода характерна для предприятий советского времени и дает хорошую картину обстановки того времени в компьютерной отрасли и в производственной области вообще. Автор этих строк не ставил своей задачей ни искусственное возвышение, ни нарочитое принижение достижений советской эпохи — по мере возможности искусственно созданные, стоявшие перед теми, кто производил отечественную вычислительную технику, так и их успехи. Поэтому в очерке не будет детального перечисления всех этапов существования предприятия с подробными характеристиками продукции — за этим можно обратиться к тщательно составленной Маргаритой Шамсутдиновой Бадрутдиновой книге [3.1] и ее онлайн-версии. Наше внимание в первую очередь будет обращено на отдельные наиболее примечательные события и достижения. Хочет также отметить сотрудников завода, чьи достижения в условиях упомянутых трудностей можно, не особенно рискуя впасть в излишнюю патетику, назвать настоящим подвигом.

К началу 1950-х годов необходимость создания отечественных средств цифровой вычислительной техники уже была осознана на самом высоком уровне. Весной 1951 года состоялось совместное заседание Политбюро КПСС и Совета Министров СССР, на котором обсуждался вопрос о строительстве заводов по выпуску вычислительной техники. Председательствовал на заседании И. В. Сталин, как Генеральный секретарь ЦК ВКП(б)<sup>2</sup> и одновременно Председатель Совета Министров СССР. Вел

---

<sup>1</sup> АЦПУ — алфавитно-цифровое печатающее устройство, принятый в советское время синоним принтера.

<sup>2</sup> Всесоюзная коммунистическая партия (большевиков), ВКП(б) была переименована в КПСС (Коммунистическую партию Советского Союза) в 1952 году.

заседание Л. П. Берия, как заместитель Председателя Совета Министров и куратор оборонных отраслей науки и промышленности.

Почему оборонных? — вправе задаться вопросом современный читатель, привыкший к тому, что даже мощные компьютеры можно свободно приобрести, а их использование в военной области является лишь одним из многих и многих применений, характерных для современной цивилизации. Ну да, и сейчас существуют специальные военные модели (например, защищенные ноутбуки), компьютеры рекордной производительности, как правило, строят для оборонных нужд (но это правило далеко не без исключений), существуют и ограничения на распространение некоторых специальных комплектующих (например, чрезвычайно стойкой к радиации халькогенидной памяти). Но в целом компьютерная отрасль давно вышла за рамки военных целей, для которых когда-то создавалась в первую очередь.



Строительство первых корпусов КЗММ. 1957 год

Однако это неоспоримый факт: толчком для развития компьютеров, как и многих других достижений цивилизации (авиации и космонавтики, металлургии и химии, атомной физики, исследований океана и поверхности Земли, современных средств связи, включая Интернет, и прочая и прочая) послужила заинтересованность военных. Первый электронный компьютер,

использовавшийся для решения практических задач, под названием ЭНИАК был рассекречен лишь через некоторое время после окончания Второй мировой войны, но и после этого оставался ориентированным на военные нужды — на нем, в частности, выполнялись расчеты для американского термоядерного проекта под руководством Эдварда Теллера<sup>3</sup>. Термоядерные программы в США и СССР, требовавшие большого количества трудоемких расчетов, вообще не были бы выполнены в разумные сроки без существования цифровых компьютеров.



Удостоверение первого директора КЗММ Константина Елизаровича Минеева

Военная ориентация и режим секретности, сопровождавшие создание первых образцов вычислительной техники, наложили свой отпечаток на все развитие отрасли в Советском Союзе до самого конца его существования, отпечаток, далеко не всегда имевший положительную окраску. Если в США и Западной Европе компьютеры довольно быстро выбрались из-под крыла военного ведомства и обрели чисто коммерческие и научные применения, то в СССР практически все организации, занимавшиеся разработкой и выпуском компьютерной техники, курировались Министерством обороны. И даже в программе копирования IBM/360, развернутой с начала 1970-х годов и ориентированной на нужды всего народного хозяйства, военные имели решающий голос: приемка всех машин серии ЕС осуществлялась МО СССР. Бывший генеральный конструктор ЕС ЭВМ В. В. Пржиялковский в своих воспоминаниях<sup>4</sup> отрицательно оценивает такое решение: военные закупали не больше 20% от производимых машин, но необходимость соответствовать нормам военной приемки сильно удорожала и остальные 80%. При этом применение импортных комплектующих, не имеющих советского аналога,

<sup>3</sup> См. Юнг Роберт. Ярче тысячи солнц. — М.: Госатомиздат, 1961 г. — 280 с.

<sup>4</sup> См. [3.4].

военными категорически запрещалось, из-за чего, например, не получила распространения весьма перспективная польская модель ЕС-1032 (см. далее).

Тем не менее, в деятельности Казанского завода вычислительных машин, относившегося к Министерству радиопромышленности СССР (то есть также формально входящего в число оборонных предприятий-«ящиков»), военная ориентация продукции не имела доминирующего характера. Казанский завод немало поспособствовал удовлетворению нужд отечественного потребителя в части качественных и доступных компьютеров. Рассмотрим краткую историю этого выдающегося предприятия, задерживаясь на самых интересных моментах.

## **КЗММ — строительство и выпуск первых ЭВМ**

Предприятие, получившее первоначальное название Казанского завода математических машин (КЗММ), было создано одним из первых в СССР среди производственных организаций, специализирующихся именно на производстве цифровых компьютеров. На упомянутом заседании Политбюро и Совета Министров СССР было принято постановление, выпущенное за номером 1213 от 11.05.1951, в котором предусматривалась организация четырех заводов по выпуску вычислительной техники (в частности, переориентация московского завода САМ и создание филиала СКБ-245<sup>5</sup> в Пензе, впоследствии выпускавшего ЭВМ серии «Урал» под руководством известного конструктора Б. И. Рамеева). В те времена ничего не делалось быстро: лишь к концу 1952 года ленинградским институтом «Гипромашприбор» было разработано проектное задание на строительство завода и его генеральный план, а Министерство машиностроения и приборостроения утвердило эти документы решением № 182-53 от 01.04.1953 [3.1]. Этим решением определялось назначение завода — выпуск ЭВМ типа «Стрела», дифференциальных анализаторов и электронных моделирующих установок<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> СКБ-245 (с 1958 года — НИЭМ, с 1968 года введен в состав НИЦЭВТ, с 1986 года вновь выделен в самостоятельную организацию НИИ «Аргон», в настоящее время вместе с НИИЦВТ входит в состав концерна «Вега», бывшего МНИИП) — одно из первых специализированных предприятий по разработке вычислительной техники, основано в 1948 году. Разработчик первой серийной ЭВМ «Стрела» (1953), соразработчик (совместно с ИТМ и ВТ) популярной ЭВМ М-20 и ее модификации М-220, ряда бортовых ЭВМ (серий «Аргон», «Поиск» и пр.) и других специализированных систем, в основном военного назначения.

<sup>6</sup> Бадрутдинова М. Ш. [Казанское производственное объединение вычислительных систем](#).



Тут нужно пояснить, что в начале 1950-х аналоговое направление вычислительной техники (к которому относятся и дифференциальные анализаторы и электронные моделирующие системы) все еще считалось приоритетным, а «Стрела», единственная из четырех ЭВМ, построенных к началу 1953 года, была предназначена для серийного выпуска (кроме нее уже работали или были на выходе МЭСМ и БЭСМ С. А. Лебедева, а также М-1 И. С. Брука, однако в единственных экземплярах, не предусматривавших тиражирования). Естественно, что завод ориентировали именно на существующие направления вычислительной техники — тогда еще никто не подозревал о существовании закона Мура<sup>7</sup> и общей тенденции на опережающее развитие вычислительной техники. Подобные представления о том, что создаваемые конструкции ЭВМ имеют достаточную производительность, чтобы служить долгое время, нашли свое отражение в известном историческом анекдоте о восклицании некоего деятеля (в разных интерпретациях фигурируют разные лица), узнавшего о возможностях быстродействующей цифровой машины: «Так она нам все задачи в стране перерешает!»

Однако, как говорит народная мудрость, скоро сказка сказывается, да не скоро дело делается. В 1957 году завод получил первый план, к выполнению которого оказался совершенно не готов: единственный построенный корпус № 1 был принят госкомиссией лишь летом 1958 года с большим количеством недоделок, а окончательно запущен только 15 октября — через год после получения плана. Этот план предусматривал производство уже не «Стрелы», с которой после выпуска в количестве семи экземпляров было к тому времени покончено, а более прогрессивной М-20 совместной конструкции СКБ-245 и ИТМ и ВТ<sup>8</sup>, выполненной под руководством С. А. Лебедева. Пока — на первое время — заводу предписывалось изготовление ферритовых накопителей и стандартных ячеек ЭВМ М-20 и «Урал».

---

<sup>7</sup> Закон Мура — закономерность, эмпирически выведенная в середине 1960-х годов руководителем компании Fairchild и будущим создателем фирмы Intel Гордоном Муром, согласно которой производительность вычислительных систем удваивается каждые 1,5–1,7 года.

<sup>8</sup> Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) — одно из первых научных предприятий СССР, ориентированных на разработку вычислительной техники. Слова «точная механика» в названии — дань традиции, в момент образования института аналоговые вычислительные устройства механического действия еще занимали львиную долю всей отрасли. С 1953 по 1974 год институт возглавлял крупнейший конструктор ЭВМ С. А. Лебедев, под чьим руководством разработаны все версии БЭСМ, а также ряд специализированных машин военного назначения (подробнее см. [3.2]).



Маргарита Шамсутдиновна Бадрутдинова — заместитель главного конструктора КЗММ. Пришла на завод в 1959 году из Казанского университета с образованием теоретика-программиста, впоследствии была вынуждена получить еще одно — технологическое — образование в Казанском авиационном институте. Ныне — председатель Совета Ветеранов КПО ВС и хранитель музея завода. 2015 год. Фото автора

Маргарита Шамсутдиновна Бадрутдинова свидетельствовала в интервью автору этих строк, что завод действительно выдал в 1957 году первую продукцию, но это были совсем не ЭВМ и даже не их комплектующие, а электротехнические приборы:

*В 1957 первая продукция была — низкочастотные радиотехнические приборы. Электронные выпрямители, например, низкочастотный фазометр, компенсационный выпрямитель. То есть чисто радиотехническая продукция, никакого отношения к ЭВМ не имеющая. Нам ее сбаврил Рамеев. Они тоже, как завод, начинали с выпуска этих приборов. Но для него это пройденный этап, они начали уже «Уралы» делать. И он нам спихнул всю документацию*

---

*на 5 типов приборов. Мы несчетное число раз модернизировали эти все приборы и выпустили где-то 35 000 штук. Но мы на этих приборах научили конструкторов читать чертежи, технологов писать технологии, разрабатывать оснастку и т. д.*

В 1959 году завод получил план на изготовление двух образцов ЭВМ М-20 и сдачу их под наладку. Для этого пришлось организовать специальный отдел наладки: это сейчас комплектующие таковы, что достаточно правильно соединить их по схеме и можно сразу отдавать готовое изделие в отдел технического контроля и затем передавать заказчику. А тогда процесс наладки вроде бы законченного изделия был по трудоемкости и количеству затраченного времени едва ли не на первом месте, может быть, сразу после собственно конструирования. Сказывалось и то обстоятельство, что редко когда документация поступала в достаточном объеме: так, СКБ-245 не обеспечил полного комплекта документации на М-20 [3.1]. Поэтому многое приходилось доводить вручную, в том числе и в процессе наладки.

Из сегодняшнего дня плохо представляется, что такое советский завод пятидесятых-шестидесятых годов: то, что сейчас может существовать производящая фирма, вовсе не имеющая собственных производственных площадей, тогда посчитали бы за ненаучную фантастику. М. Ш. Бадрутдинова скрупулезно перечисляет в своей книге [3.1] участки, без которых КЗММ не мог начать работу: *«автоматных и металлорежущих станков, заготовительный, штамповочный, прессовочный, сварочный, термический, сборочный <...>, граверный и слесарно-сборочный, склад готовой продукции <...>, лакокрасочных покрытий, намотки катушек, монтажный, центральную заводскую лабораторию (ЦЗЛ), бюро измерительных приборов (БИП), светокопию, фотолабораторию, ОТК...»*. Тут еще не упомянут один из основных участков: инструментальный цех, изготовлявший необходимую технологическую оснастку<sup>9</sup>. При этом первое время работы, например, по гальваническим покрытиям (цинк, хром, никель) приходилось выполнять на соседних заводах.

В этих условиях в конце 1960 года КЗММ, наконец, выдал первую профильную продукцию: две ЭВМ М-20, в то время являвшуюся одной из самых передовых отечественных машин. Производство М-20 продолжалось до 1965 года, за это время выпущено 63 машины. Архитектура М-20, значительно усовершенствованная по сравнению с ее предшественницей,

---

<sup>9</sup> Технологическая оснастка — штампы, шаблоны, отливочные формы, специальные отвертки или ключи, крепежные детали и т. п. В те времена невысокой степени стандартизации промышленных изделий элементы оснастки индивидуально подбирались для каждого достаточно сложного изделия, и процесс их проектирования и изготовления был одним из самых долгих, трудоемких и дорогих на стадии подготовки производства

первой БЭСМ, стала для отечественных компьютерщиков классической на много лет — на основе ее архитектуры было построено несколько машин второго поколения (то есть на полупроводниковых элементах) — БЭСМ-3М, БЭСМ-4, М-220, М-222. Учебник С. С. Лаврова «Введение в программирование», первое издание которого вышло в 1973 году, иллюстрирован многочисленными примерами из архитектуры М-20.



М-20 на участке наладки

М. Ш. Бадрутдинова весьма эмоционально рассказывает о том, как происходила сдача М-20:

*«В стране советов была хорошая очень традиция — перед съездом партии каждый колхоз, каждая школа, каждое предприятие, каждый вуз принимал соц. обязательства и к съезду делал подарок. Вот таким подарком к съезду была машина М-20 у разработчика, у Лебедева. Сам отчитался за опытный образец, у Лебедева он уже в ИТМ и ВТ стоял и так и остался. А мы отчитались изготовлением в натуре двух машин. Мы сделали эти две машины в 60-м году. В марте они у нас уже стояли на этом этаже и уже все тесты гонялись. Пол-этажа занимала одна машина М-20, пол-этажа вторая М-20. И тут появились две команды заказчиков — кто они такие, мы ни сном ни духом, завод секретный, все военпреды ходят в штатском. Одна*

команда была — красивые ребята, высоченные. Мы бегали за ними табуном. Красивые ребята, и в центре — один кейс на цепочке. Скажу, это была команда китовцев<sup>10</sup>, а вторая команда была от Глушкова<sup>11</sup>. Потому что это было условие Лебедева, что первая машина должна пойти в Институт кибернетики, где он МЭСМ делал. Эти украинцы себя вели, так сказать, не столь агрессивно, как от академии генштаба. Почему? Потому что над китовцами довлел вот этот срок: траектория Юрия Алексеевича Гагарина. 100 тестовых программ. Их обсчитывали на „Стреле“ и на М-20.

Они с нами налаживали машины до самого конца. Я не участвовала в М-20. Девочек вообще не брали, были одни мальчики, потому что требовалось принудительное охлаждение: по воздуховодам подавали +5, и формы наших наладчиков на М-20 (только на М-20 так было): серые валенки, ватные штаны, чтобы простатита не было, и ватник, чтобы грудь защитить. Так вот, они гоняли свои задачи. И к 20 декабря пора уже машины сдавать, а они все гоняют, и киевляне под шумок тоже не берут машину. И тоже с удовольствием обучаются, потому что где еще есть уже налаженные машины и наладчики рядом, почему бы свои проблемы не решать? 20 декабря 60-го наш директор Минеев<sup>12</sup> и главный инженер Барышников<sup>13</sup> собрали большое совещание, пригласили всех заказчиков и сказали: „Вы не выйдете из этого помещения, пока не подпишем акт о приемке машин“. И пообещали, что наладчики поедут с заказчиками.

Машину выгружали вот на этом этаже, сделав транспортные ворота в торце, и на стреле спускали машину».

Заканчивая рассказ об ЭВМ М-20, стоит отметить, что наладка и сдача первых машин показала заводчанам, что без своих математиков-программистов тут не обойтись. Так в отделе наладки появилась группа в составе четырех программистов (точнее — программисток, потому что все они были женщинами), со временем выросшая в мощное направление, включающее несколько отделов.

<sup>10</sup> Маргарита Шамсутдиновна имеет в виду ВЦ №1 Министерства обороны, которым с момента создания руководил Анатолий Иванович Китов. Как раз в 1960 году В. И. Китов был снят с руководства ВЦ-1 и уволен из рядов военнослужащих (подробнее об этой истории см. очерк «Анатолий Китов: монолог с советскими вождями», а также [3.2]).

<sup>11</sup> То есть из киевского Института Кибернетики, которым с 1956 года руководил В. М. Глушков. Институт Кибернетики был создан на основе лаборатории, в которой С. А. Лебедев на рубеже 1940–50 годов создавал первую советскую ЭВМ МЭСМ (подробнее см. [3.2]).

<sup>12</sup> Константин Елизарович Минеев (1912–1987) — директор КЗММ с 1954 по 1965 год.

<sup>13</sup> Евгений Викторович Барышников — главный инженер КЗММ с 1954 по 1961 год.

## Нелегкая судьба «Сетуни»

*«И все это увезли, уехали наши лейтенанты красивые со своим кейсом, и уехала наша бригада туда,— продолжает рассказ Маргарита Шамсутдиновна. — И тут... — она делает драматическую паузу, — ...где-то числа 25-го, ну мы только перекрестились, что подарок съезду сделали, приходит правительственная телеграмма с диагональной красной чертой: „вам к съезду партии необходимо изготовить 10 машин ЭВМ ‘Сетунь’“. Представляете — к съезду, который уже в октябре 61-го, десять экземпляров машины, о которой никто ничего не знает! Оказалось, что МГУ тоже заставили Соболева<sup>14</sup> сделать подарок съезду, и он отчитался разработкой „Сетуни“».*

В реальности в постановлениях Совета Министров СССР и Татсовнархоза не было распоряжения изготовить именно к XXII съезду десять машин «Сетунь»: как указано в [3.1], речь первоначально шла о двух образцах, один из которых действительно требовалось представить на ВДНХ к началу съезда в октябре 1961 года. Сложность была в том, что Николай Петрович Брусенцов, закончивший радиотехнический факультет МЭИ, не имел даже толики представления о производстве и возникающих при этом проблемах.

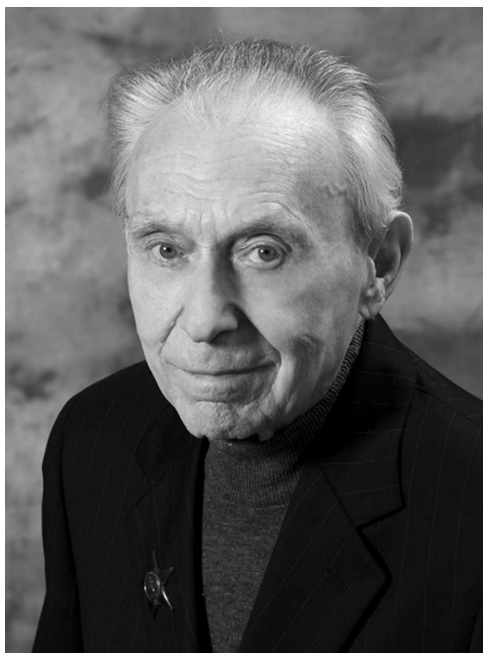
Пожалуй, одним крупнейших недостатков советского образования (автор, технолог по образованию, знает это в том числе и по себе) был тот факт, что давая прекрасную общую и теоретическую подготовку, оно было слишком оторванным от практики даже в инженерных и технологических специальностях, а научные кадры вообще никакого представления о производстве не имели. История вычислительной техники дает немало подтверждений этого тезиса: ни одна из первых советских ЭВМ, кроме «Стрелы», не была спроектирована сразу с учетом пригодности к производству, все эти проекты для запуска в серию пришлось впоследствии капитально перерабатывать. И инстанции, способной служить связующим звеном между учеными-конструкторами и производителями, в СССР не существовало, что порождало многочисленные проблемы: институтам-разработчикам приходилось тратить кучу времени на выпуск и приведение в порядок ненужной им самим документации (которая в большинстве случаев все равно не удовлетворяла заводчан), а заводам-производителям создавать у себя целые КБ, дублировавшие работу упомянутых институтов. Один из главных героев

---

<sup>14</sup> Академик, соратник Курчатова по атомному проекту Сергей Львович Соболев (1908–1989) возглавлял кафедру вычислительной математики МГУ, где по его инициативе Н. П. Брусенцовым была создана совершенно оригинальная троичная ЭВМ «Сетунь» (подробнее см. далее, а также в очерке «Троичная система счисления, трехзначная логика и ЭВМ на их основе»).

этого очерка, Валерий Федорович Гусев<sup>15</sup> так излагает в интервью автору свое видение этой проблемы, с которым автор этих строк не может не согласиться:

*«Понимаете, пусть мне что угодно говорят, пусть я неправ, может быть, но я придерживаюсь твердо простой истины. Не может научно-исследовательский институт сделать нормальное изделие. В принципе не в состоянии. И этому подтверждение вся история отечественной вычислительной техники. <...> Я в принципе был против того, чтобы они (представители институтов. — Ю. Р.) появлялись на заводе. Любые, какие хочешь. Из Еревана, из Минска, из Пензы, из... Я за то, чтоб я ездил, с ними работал, чтобы они меня погружали в самые передовые идеи, и они ими должны заниматься, им деньги платят за это, бюджет платит. А завод должен разрабатывать и выпускать машины за счет средств, которые он сам зарабатывает. <...> Я был за такую организацию, когда институты делают перспективные разработки, а заводы делают серийные разработки и выпускают».*



Главный конструктор ЭВМ «Сетунь», заведующий отделом электроники ВЦ МГУ Н. П. Брусенцов (1925–2014). 2009 год. Фото Надира Чанышева

Брусенцов так до конца жизни и не смог осознать требования заводчан. В 2008 году на конференции в МГУ, посвященной юбилею «Сетуни», Николай

<sup>15</sup> Валерий Федорович Гусев (р. 1940) — один из ведущих специалистов КЗЭВМ. С 1967 года руководитель работ по М-222, с 1973 года главный конструктор ЕС-1033, в 1976–84 годах член Совета главных конструкторов ЕС ЭВМ, в 1983–88 годах — главный конструктор КЗЭВМ.

Петрович заявил: «В нашей лаборатории никогда не работало более двух десятков человек, считая девочек, которые мотали сердечники. А в начале у меня вообще было три-четыре сотрудника. Я должен сказать: для того, чтобы разрабатывать компьютеры, совершенно не нужны тысячные институты». Автор позволяет себе с позиций собственного опыта разработки научных приборов и с учетом мнения В. Ф. Гусева прокомментировать эти слова: если под словом «разрабатывать» понимать генерацию неких новых идей и их практическую проверку на макетах, то действительно «тысячные институты» не требуются — достаточно изобретателя-одиночки с руками, как говорится, растущими из нужного места, или, в крайнем случае, небольшого коллектива. Еще, желательно, конечно, иметь под боком опытное производство с беспрепятственным доступом к нему. Изобретатель с утра на листочке набрасывает эскиз нужной детали, идет прямо к токарю в цех (с четвертинкой спирта в кармане, ага) и на пальцах ему объясняет то, чего не может отобразить на чертеже в силу незнания ЕСКД.



Блок феррит-диодных элементов ЭВМ «Сетунь»

Но после того как идея проверена и доказана ее работоспособность, в дело уже вступают, условно говоря, те самые «тысячные институты», которые должны: выпустить документацию на опытный образец; построить его и провести испытания; откорректировать документацию в расчете на серийный выпуск; провести передачу этой документации в производство; провести совместную с заводчанами наладку по крайней мере первых образцов серии с дополнительной коррекцией документации и т. д. Примерно так это и выглядело в Советском Союзе, причем откуда берутся эти «тысячные институты» — никем регламентировано не было. По умолчанию, видимо,



предполагалось, что изобретатель действует не сам, а от имени какого-то учреждения, и вот оно-то и будет брать на себя всю текучку по проектированию. Но совсем не так уж редко организация, где обретался изобретатель, о проектировании — ни сном, ни духом, и тогда либо возникал конфликт, подобный ситуации с «Сетунью», либо — в большинстве случаев! — изобретение просто забывалось.

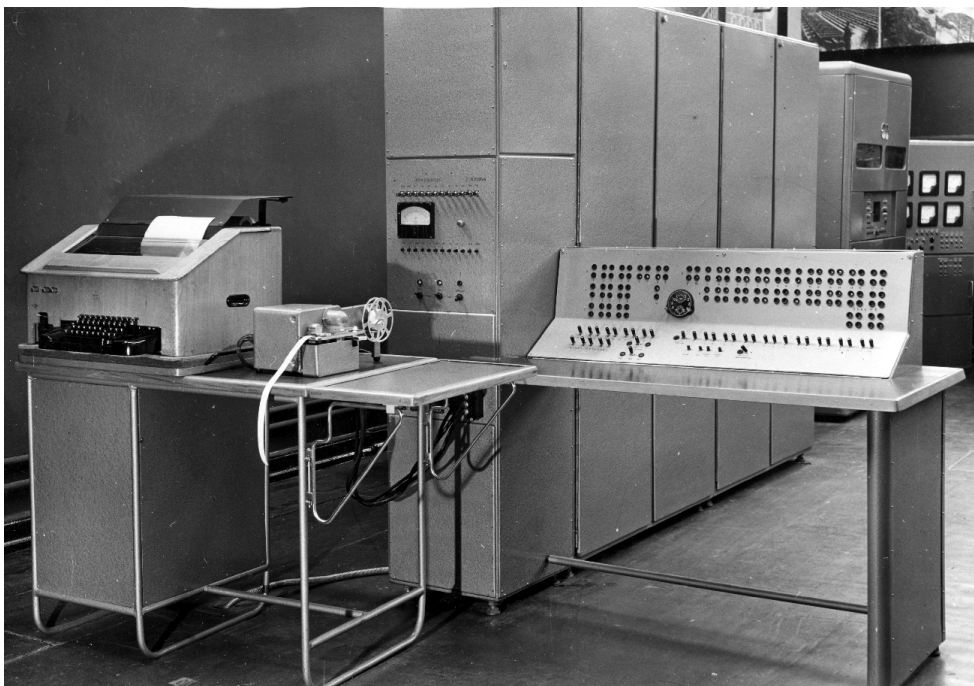
Мало того, в советских условиях на пути изобретателя чаще всего стояла еще одна искусственная засада, которая называлась емким словом «внедрение». Под ним понимался вовсе не маркетинг продукции, как это было бы сейчас (что, впрочем, тоже задача отнюдь не изобретателя), а оказание давления на сопротивляющихся производителей и потребителей с целью заставить их производить и потреблять. Очень точно описывает ситуацию в своих воспоминаниях Дмитрий Борисович Зимин, в наше время прославившийся созданием сотового оператора «Вымпелком», а тогда — зам. главного конструктора работающей по сей день радиолокационной станции «ДОН-2Н». Он пишет [6.2]: *«Мое торчание на заводе обязано позиции [инженера. — Ю. Р.] Седенкова, высказанной им однажды на мои запросы о причинах плачевных дел с выполнением заводом нашего заказа. Услышал в ответ: „Я ответственный представитель, а не толкач и не директор завода; я готов ответственно отвечать на любые вопросы по нашему изделию, если мне их зададут“. Для тех времен подобная позиция „ответственного представителя“ представлялась как анекдот. А ведь это была абсолютно понятная и правильная позиция для разработчика: Женя не был и не стремился быть менеджером; он был эрудированным, грамотным инженером с физтеховским образованием. Толкачом заказа на несколько месяцев пришлось стать мне. А в Москве, в отделе, были в это время и другие дела...»*

Это хорошо, что у Брусенцова нашлась, по выражению авторов очерка об освоении «Сетуни», размещенном на сайте завода<sup>16</sup>, «мохнатая лапа» в виде влиятельного академика С. Л. Соболева, но можно только гадать, сколько отечественных изобретений утрачено из-за того, что у изобретателя не нашлось такой «лапы». Да даже и гадать особенно не надо: сходу можно вспомнить, например, еще довоенные исследования советского радиотехника Д. В. Агеева, разработавшего принцип кодового разделения каналов, воплотившийся затем во всем теперь известную технологию CDMA (на Западе, естественно), исследование В. Е. Лашкаревым свойств  $p$ - $n$ -перехода в 1941 году (за семь лет до изобретения транзистора) и многие другие достижения, которые к сегодняшнему дню сохранились разве что в рамках изысканий любителей вечнозеленой темы «Россия — родина слонов».

М. Ш. Бадрутдинова вспоминает: *«Наш главный инженер Барышников до 31-го декабря везде искал, что такое „Сетунь“ — ничего. Но потом нашел заценку, что это вроде МГУ. Первого января он уже был в МГУ, где его к Николаю Петровичу привели. У него вот такая вот комнатка... я там была*

<sup>16</sup> Очень [показательный и живой текст](#) о «Сетуни» и истории ее освоения (автор, вероятно, М. Ш. Бадрутдинова, возможно, с соавторами).

несчетное количество раз. Один регистр на шкафу, второй на другом шкафу, блоки питания под столами, пульт на столе, кишки по всей лаборатории. Он говорит: „Что, где машина? Вот машина. Давайте задачу — мы любую задачу вам посчитаем“. Барышников говорит: „А как с конструкторской документацией? Нам надо оснастку заказывать. Мы же серийный завод“. Брусенцов: „Никакой документации нет“. Барышников дружил с Институтом кибернетики в Киеве. И там сделали документацию, но на свои типовые конструктивы, эти то, что для «МИР-ов» и для «Проминь» делалось<sup>17</sup>. Но мы не могли этим воспользоваться...»

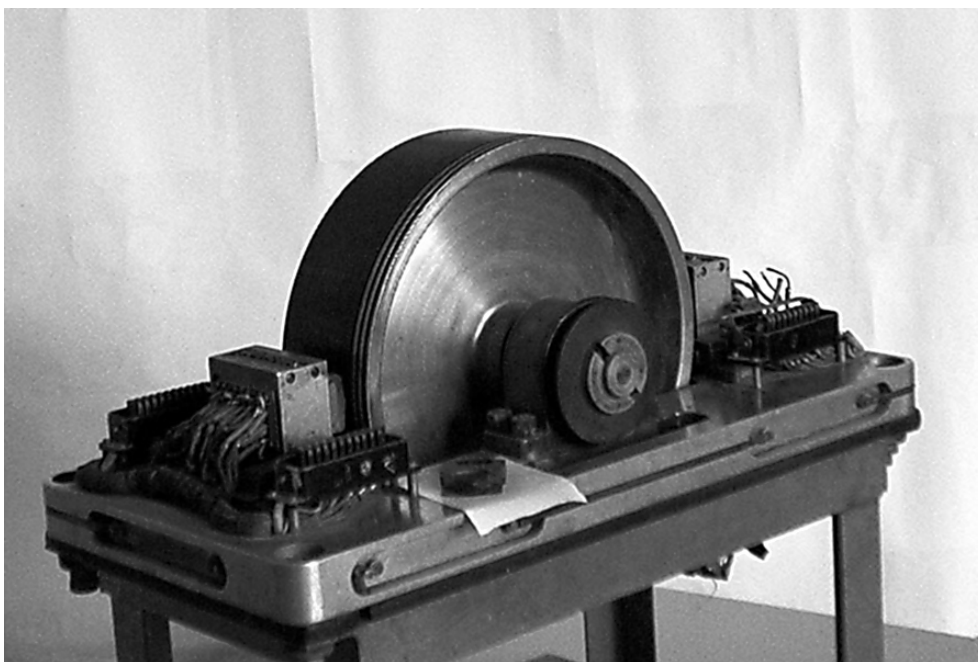


Серийный образец ЭВМ «Сетуль», изготовленный по документации СКБ ММ

Как объясняется в рассказе об освоении «Сетуни» (см. сноску 16): «чтобы освоить эти конструкции на КЗММ, нужно было спроектировать и изготовить новую оснастку, на что потребовалось бы не менее года». Для ускорения специалисты завода предложили переработать все чертежи с

<sup>17</sup> «МИРы» в киевском Институте кибернетики были запущены в производство гораздо позднее того времени, о котором рассказывает Маргарита Шамсутдиновна — в 1965 году, потому речь, скорее всего, идет о конструктивах для ЭВМ «Проминь» (предшественника «МИРов»), а также, возможно, УМШН «Днепр», которые тогда как раз были на выходе в производство.

применением конструктивов М-20, уже освоенных в производстве, а для ВДНХ изготовить макет по эскизным чертежам. Приказом директора завода и СКБ все детали и узлы первого образца «Сетуни», поставляемой на ВДНХ, предписывалось делать вне очереди: предполагалось поставить машину под наладку к 1 сентября 1961 года (XXII съезд открывался 17 октября). Однако до наладки на заводе дело не дошло: в августе телеграммой из ВДНХ потребовали доставить «Сетунь» на выставку. Макет покрасили в голубой цвет и 1 сентября самолетом отгрузили в Москву. Наладку уже прямо на выставке производили сотрудники МГУ и представители завода. Надо отметить, что за всю историю первых поколений ЭВМ «Сетунь» была одной самых надежных и простых в наладке машин (сам Брусенцов свой макет отлаживал, по его словам, всего десять дней), потому запустить ее успели к сроку. «Сетунь» получила Золотую медаль ВДНХ, и хотя делегаты съезда так до нее и не добрались, имела большой успех.



Запоминающее устройство на магнитном барабане для ЭВМ «Сетунь»

Первый серийный образец «Сетуни» окончательно прошел межведомственные испытания лишь в ноябре 1962 года, после чего было принято решение о выпуске десяти машин к концу года, однако в 1962 году успели сделать лишь семь. Всего до 1965 года Казанский завод выпустил 46

экземпляров «Сетуни», около 30 из них работали в высших учебных заведениях СССР.

Несмотря на то, что троичные ЭВМ так и не стали направлением в компьютерной области, а «Сетунь» фактически не имела продолжения (если не считать «Сетунь-70», существовавшую лишь в виде единственного образца), эта единственная в своем роде машина до сих пор возбуждает интерес ученых и историков науки. Основные принципы устройства ЭВМ «Сетунь» и более подробная история ее создания приведены в очерке Б. М. Малашевича *«Троичная система счисления, трехзначная логика и ЭВМ на их основе»*, а также в биографии Н. П. Брусенцова [3.2]. Борис Михайлович Малашевич в личном разговоре с автором прокомментировал судьбу «Сетуни» так: *«Николаю Петровичу следовало перейти в Министерство радиопромышленности, может быть тогда судьба разработки сложилась бы иначе»*.

## Машины второго поколения

К середине 1960-х первое поколение ЭВМ (на электронных лампах) окончательно сошло со сцены, и конструкторы перешли на полупроводники. Это породило многочисленные трудности освоения новой элементной базы: биполярные транзисторы радикально отличаются от ламп с точки зрения схемотехники. Прежде всего, транзистор управляется током, а не напряжением, и в отличие от ламп его характеристики очень сильно зависят от температуры. Первые транзисторы были германиевыми и имели еще большую температурную нестабильность, чем современные кремниевые, огромный разброс характеристик от экземпляра к экземпляру, не могли работать при температурах выше 60–80 °С и имели отвратительную особенность самопроизвольно «сгорать» при обрывах в цепи базы. По этим причинам даже опытным схемотехникам, собаку съевшим на ламповых схемах, приходилось фактически с нуля набирать опыт работы с полупроводниковыми приборами<sup>18</sup>.

Полупроводниковые ЭВМ стали визитной карточкой завода, в 1962 году переименованного в Казанский завод электронных вычислительных машин (КЗЭВМ). До 1965 года на нем были освоены такие, говоря по-современному, хиты отечественной вычислительной техники, как М-220 (полупроводниковый вариант М-20; вместе с модификациями М-220А, М-220М, позднее разработанными в СКБ завода, было выпущено более 250

---

<sup>18</sup> О проблеме перехода на полупроводники см. также очерк *«ЭВМ и многопроцессорные комплексы М. А. Карцева»*.

таких машин), «Наири» — самая популярная малая ЭВМ второго поколения, разработанная Ереванским НИИММ под руководством Г. Е. Овсепяна<sup>19</sup> (до 1967 года, когда производство «Наири» было передано в Каменец-Подольский, выпущено 509 экземпляров).

Любопытно, что популярнейшая «Наири» (как и «Сетунь» ранее) для завода оказалась убыточной: вот такие парадоксы советского планирования. Начали было выпускать «Урал-11Б» конструкции Б. И. Рамеева, уже освоенный в производстве на руководимом им Пензенском заводе, и в 1966 году даже выпустили партию в 8 штук, но новый директор КЗЭВМ В. Н. Иванов<sup>20</sup> счел выпуск двух малых машин — сходящей со сцены «Сетуни» и набирающей обороты «Наири» — достаточным и решил сосредоточиться на семействе М-220, как наиболее перспективном. Однако для крупносерийного выпуска требовалась модернизация машины, основанной на уже порядком устаревшей, десятилетней давности архитектуре М-20. В течение 1967–69 годов КЭЭВМ силами собственного СКБ разработал М-222 (наиболее популярный усовершенствованный вариант М-220; выпущен 551 экземпляр).



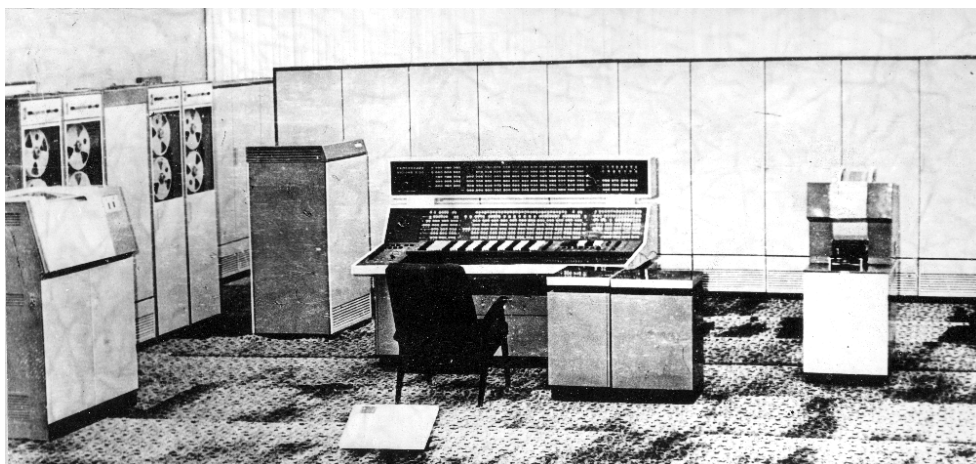
Базовая модель ЭВМ «Наири», освоена в 1964 году. Средства ввода и вывода — телеграфные аппараты РТА50-2М и СТА-2М. Скорость ввода и вывода — 6–8 знак/с

На истории М-222, ставшей своеобразной визитной карточкой завода, стоит остановиться подробнее — она хорошо иллюстрирует ситуацию вокруг

<sup>19</sup> О «Наири» и судьбе Грачья Есаевича Овсепяна см. интернет-публикацию Григора Апояна, [«Наири: триумф и драма»](#).

<sup>20</sup> Виктор Николаевич Иванов (1928–2000) — директор КЗЭВМ в 1966–1979 гг.

производства ЭВМ тех лет. Плановое централизованное хозяйство, каким пытаются представить экономику СССР, имело один органический недостаток: оно не предусматривало инноваций, сопротивлялось им по самой своей природе, до последнего пытаясь не сойти с накатанных рельсов уже освоенного и запланированного. Этим, в частности, объясняется и отставание советской промышленности в выпуске так необходимых народному хозяйству компьютеров. Пока компьютеры были единичными инициативными разработками, создававшимися по специальным распоряжениям (издававшимся чаще всего задним числом, когда машина была уже задумана и часто даже спроектирована) различных непромышленных ведомств, вроде Академии наук — СССР ходил в мировых лидерах этой отрасли. Как только речь зашла о том, что производство и даже само конструирование ЭВМ нужно ставить в план целых отраслей (причем план, обычно уже давно сверстаный и утвержденный на годы вперед) — в полной мере проявилась негибкость плановой системы, которую приходилось ломать и корректировать в ручном режиме. Практически та же самая картина наблюдалась и в части освоения ЭВМ в народном хозяйстве — руководство предприятий, за исключением, может быть, военных отраслей, сопротивлялось до последнего. К счастью, не так уж редко находились люди, готовые снова и снова ломать эти искусственные барьеры и добиваться своего.



M-220

Именно так вышло с M-222, ставшей одной из самых известных машин 1960–70 годов, причем спроектированной не «академиками» из институтов, а самими заводчанами, хорошо изучившими не только потребности клиентуры, но и досконально знавшими особенности производства. Причем

разработчики и сейчас утверждают [3.3], что «ЭВМ М-222 — самостоятельная марка машины, а не очередная модификация М-220».

Главным недостатком М-220 была ее однозадачность: в каждый момент времени она могла выполнять только одну операцию. «*При скорости обработки данных 27 000 операций в секунду, — пишут авторы статьи [3.3], — ввод данных и вывод результатов занимал минуты и даже десятки минут, во время которых машина фактически простаивала*». Чтобы заставить машину работать эффективно, необходимо было совместить время ввода-вывода и обмена с внешними ЗУ с процессом счета, что требовало, по современному говоря, операционной системы: планировщика заданий, диспетчера и т. д. И, конечно, соответствующего аппаратного обеспечения, в первую очередь многоуровневой системы прерываний. По этим причинам в конструировании М-222 одну из главных ролей должны были сыграть математики-программисты.

Началось все с рационализаторского предложения группы работников СКБ В. Ф. Гусева, М. З. Шагивалеева, И. А. Файзуллина и С. А. Пантюхина о модернизации М-220. Они не затрагивали конструктивной базы, но руководство завода понимало, что потребуется кардинальная переработка документации, новые испытания и масса согласований, в том числе с военными заказчиками. Потому решили подойти к делу более капитально: открыть новую разработку. Предложение заводчан поддержали ведущие программисты страны в лице авторитетной Ассоциации пользователей программ ЭВМ семейства М-20, возглавлявшейся М. Р. Шурай-Бурой<sup>21</sup>. Уже к концу 1967 года было заключено соглашение между СКБ и Сибирским отделением АН СССР в лице Г. И. Марчука об их участии в разработке новой ЭВМ с системой команд М-20 — создании программного комплекса «Автодиспетчер». ТЗ согласовали в Министерстве радиопромышленности, и завод получил финансирование.

Главного конструктора заводчане получили сверху: им стал главный конструктор М-220 В. С. Антонов<sup>22</sup> (как пишут авторы [3.3]: «*В то время СКБ еще не созрело для того, чтобы выдвинуть собственного Главного*

---

<sup>21</sup> Михаил Романович Шура-Бура (1918–2008) — советский математик, основатель отечественного программирования. М. Р. Шура-Бура был в числе авторов первого в СССР учебника по программированию цифровых вычислительных машин (1952 год, совместно с Л. А. Люстерником, А. А. Абрамовым, В. И. Шестаковым) и активно участвовал в решении большого количества прикладных задач — от расчета энергии ядерных взрывов до траекторий ракет и искусственных спутников. М. Р. Шура-Бура был соавтором архитектуры М-20 и разработчиком системы команд для нее.

<sup>22</sup> Вениамин Степанович Антонов (1925–2004) — в те годы начальник отдела НИЭМ (так с 1960 года стало называться СКБ-245), в дальнейшем — разработчик самых мощных машин серии ЕС, моделей 1050 и 1060.

конструктора»). Заводчане вспоминают, что он ни разу не появился на заводе и фактически все работы выполнял его заместитель, главный инженер СКБ Э. А. Ситницкий, один из горячих энтузиастов новой разработки. Вскоре, несмотря на договор с Новосибирском, решением начальника 8 главка МРП М. К. Сулима разработку системного ПО забрали у новосибирских «академиков» и передали в ленинградский ВНИИРЭ<sup>23</sup> в лице начальника вычислительного центра Бориса Ароновича Кацева. Как отмечают авторы [3.3], *«организационно решение было вполне резонным и обеспечивало контроль и управление важной разработкой за министерством. К сожалению, оно не учитывало другого важного фактора — квалификации исполнителей. Ленинградские программисты, несмотря на принадлежность к МРП, сроки сорвали, продукт получился низкого качества. <...> Разработчики „железа“ практически переселились в Ленинград, где „на лету“ переплавляли свои схемы, чтобы удовлетворить запросы программистов».*

К концу 1969 года был разработан и изготовлен опытный образец М-222. Он формально прошел межведомственную комиссию, но с длинным хвостом замечаний и указаний на недоделки. Несмотря на это, завод сразу приступил к серийному выпуску: было выпущено 4 машины. Одну из них установили в отделе наладки и на ней сотрудником завода Львом Сергеевичем Чесалиным была доведена до ума так и не доотлаженная ленинградцами программа «Диспетчер». Л. С. Чесалина, как полагают авторы [3.3], *«и надо считать автором первой в стране операционной системы для ЭВМ общего назначения»*<sup>24</sup>.

Следует упомянуть, что М-222 имела на 30% меньшую трудоемкость в производстве, а наладка каждого серийного экземпляра, в конце концов, стала занимать всего два-три дня, вместо месяцев, характерных для первых поколений ЭВМ. М-222 стала очень удачной машиной и с экономической точки зрения: как указывается в [3.1], благодаря ей КЗЭВМ смог безболезненно переключиться на освоение ЕС ЭВМ. Машины М-220 (всех модификаций) и М-222 стали базой для развертывания сети наземных измерительных пунктов, обслуживающих космическую программу страны.

---

<sup>23</sup> Всесоюзный научно-исследовательский институт радиоэлектроники (ВНИИРЭ, ранее НИИ-10, впоследствии НПО «Альтаир», ныне входит в концерн «Алмаз-Антей» под названием НТЦ «Альтаир») — предприятие, специализировавшееся на разработке зенитного ракетного оружия и радиоэлектронного вооружения кораблей Военно-морского флота.

<sup>24</sup> Что, конечно же, преувеличение: в 1968 году в ИТМ и ВТ Л. Н. Королёвым при участии В. П. Иванникова и А. Н. Томилина была разработана программа «Диспетчер-68» — операционная система для БЭСМ-6. Есть и другие разработки тех и даже более ранних лет: так, для М-20 еще в конце пятидесятых М. Р. Шурой-Бурой была разработана примитивная ОС под названием ИС-2 ([3.2]).



К началу 1970-х завод подошел с блестящими показателями: коллектив был награжден орденом Октябрьской революции и другими принятыми в то время знаками отличия за высокие результаты работы; многие работники (71 сотрудник завода) — орденами и медалями; экспонирование М-220, «Наири» и других изделий на ВДНХ, кроме популяризации продукции завода (экспонирование на главной выставке страны — одна из немногих возможностей публичной рекламы в те времена) принесло медали и ощутимые денежные премии ряду сотрудников завода. КЗЭВМ вел строительство жилья и социальных объектов для своих работников (школа рабочей молодежи, пионерлагерь, детские сады и т. д.). Продукция имела стабильно высокий спрос, завод завоевал имя и обрел популярность у потребителей.

Ложкой дегтя стало неприсуждение Государственной премии за М-222, выдвинутой на эту государственную награду в 1972 году: вмешательством ЦК КПСС уже утвержденное решение было отменено, и премия по политическим соображениям была присуждена коллективу разработчиков «Наири». В курилках завода язвили, что «Наири» (*«нет-нет, совсем неплохая машина, вы не подумайте...»*) никогда не получила бы Государственную премию, *«если бы Леонид Ильич Брежнев не поехал в Ереван, и Саркисян<sup>25</sup> ему не пожаловался, что, извините за выражение, обижают республику, вот не дали премию»* (по рассказу В. Ф. Гусева).

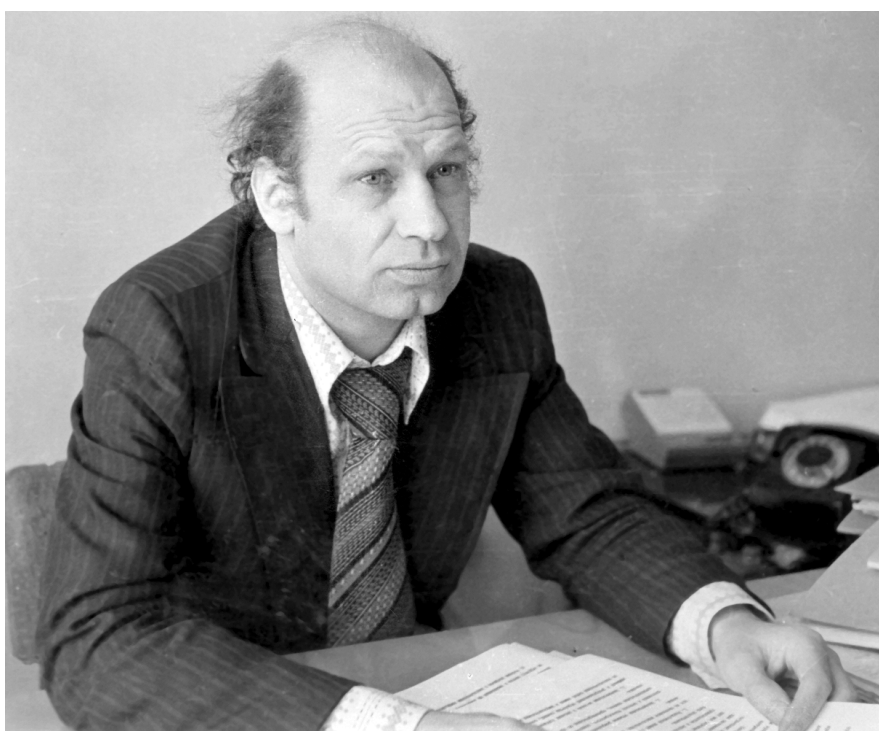
Но еще большей проблемой стало отсутствие перспектив у коллектива заводского СКБ, блестяще себя зарекомендовавшего в процессе разработки и запуска в производство М-222. Его оставили за бортом при утверждении перечня предприятий, задействованных в новой программе ЕС ЭВМ. На заводе понимали, что век машин второго поколения (на дискретных транзисторах) заканчивается, и СКБ попытался встроиться в другие направления. Рассматривались: разработка моделей третьего поколения на архитектуре М-222, участие в программе «Эльбрус» и БЭСМ-10 ИТМ и ВТ; участие в программе «Аист», затеянной Сибирским отделением АН СССР. По разным причинам ни одно из этих направлений не получило практического воплощения.

---

<sup>25</sup> Фадей Тачатович Саркисян (1923–2010) — армянский ученый-математик, государственный деятель АССР и Армении, создатель и директор (1963–1977) Ереванского научно-исследовательского института математических машин (ЕрНИИММ), впоследствии — Председатель Совета Министров АССР (1977) и первый президент НАН Армении (1993–2006).

## ЕС-1033 — триумф...

На КЗЭВМ получили распоряжение осваивать выпуск ЕС-1030 — первую из моделей Единой Системы (Ряд I) средней производительности. Модель разрабатывали в ереванском ЕрНИИММ (там же, где и «Наири») и сразу наделали ошибок. По словам М. Ш. Бадрутдиновой (которая была назначена руководителем программы постановки ЕС-1030 на производство), разработчики, не имея документации, стали машину улучшать: *«Мы все, инженеры, креативные. Но наша, так сказать, креативность, в том, что мы глядим: господи, сколько тут избыточности. И начали армяне улучшать американцев. А вот когда мы уже поставили здесь нашу „тридцатку“, и на ней ДОС<sup>26</sup>, и он в дребадан не пошел (выражение Маргариты Шамсутдиновны! — Ю. Р.), и обнаружилось, что вся эта избыточность была под совместимость IBM-ма. Ведь там совместимость снизу вверх идет, с тем, чтобы программы, естественно, которые идут на младшей, на ура шли на старшей. А до этого недопетрили — „улучшили“ очень сильно».*



Главный конструктор ЕС-1033 Валерий Федорович Гусев

<sup>26</sup> Дисконная операционная система — основная операционная система IBM/360.

По этой причине заводу пришлось доводить конструкцию на ходу (*«пришлось выпустить 101 бюллетень нулевых доработок на машину 1030, чтобы довести ее до требований ЕС ЭВМ»*), говорит Бадрутдинова). Усугублялось это обстоятельство тем фактом, что «тридцатка» была предназначена для военных (заказчиком выступал Генштаб МО СССР), а это означало повышенную надежность и множество специфических требований даже в сравнении с обычной военной приемкой — стойкость к электромагнитному импульсу ядерного взрыва, защита от несанкционированного доступа в аппаратные стойки, минимум собственных электронных излучений и т. п.

Но даже кое-как доведенная до требований и поставленная на производство (в конце 1972 года), ЕС-1030 оказалась жутко капризной машиной: сложной в наладке; показатели надежности не отвечали требованиям; производительность оказалась в 1,5 раза ниже требований ТЗ. Вдобавок трудоемкость изготовления примерно втрое превышала необходимую для того, чтобы машина для завода стала рентабельной в производстве.

В конце концов, «тридцатку» титаническими усилиями заводчан довели до приемлемого уровня и даже поставляли за рубеж. На КЗЭВМ выпустили около 80% всех экземпляров ЕС-1030 (остальные — в Ереване, на заводе «Электрон»), а в 1976 году полностью прекратили выпуск. За это время сотрудниками завода, пришедшими к выводу, что ЕС-1030 вообще не годилась к крупносерийному производству с самого начала, была разработана своя оригинальная конструкция под названием ЕС-1033. Ее главным конструктором стал уже упоминавшийся Валерий Федорович Гусев.

Валерий Федорович утверждает, что ЕС-1033 — единственная машина в серии, которая вообще не имела прототипа среди ИВМ: *«Я изучением 360-х моделей не занимался в принципе. Прежде чем делать 33-ю машину, я взял и прочитал книжонку Шуры-Буры, систему команд, и больше ничего не читал»*. В отличие от остальных машин серии, ЕС-1033 имела магистральную структуру соединений центральных блоков. На пальцах объяснить, что это такое и в чем преимущество магистрали, довольно сложно: можно сказать так, что «магистраль» (в отличие от «шины») имеет некие интеллектуальные функции, позволяющие микропрограммным способом управлять конфигурацией устройств центрального процессора, для каждой операции выстраивая их наиболее оптимальным образом.

Специально для ЕС-1033 в Зеленограде была освоена микросхема К155ХЛ1, также не имевшая западных аналогов. Она представляла собой две ячейки памяти (D-триггеры) со сложной логикой выхода на магистраль, поддерживавшей возможность ввода и вывода данных по одним и тем же линиям. Эти и другие новшества позволили резко поднять

производительность, не только не увеличивая объем аппаратных средств, но даже сократив их в сравнении с ЕС-1030: число разновидностей типовых элементов замены — ТЭЗов — сократилось почти вдвое, а производительность машины возросла в три раза, при втрое меньшей трудоемкости производства.



М. Ш. Бадрутдинова и В. Ф. Гусев выступают перед участниками конференции SORUCOM-2014 в помещении музея Казанского завода, октябрь 2014 года

Инициатива заводчан получила одобрение у начальства: активно поддержана директором завода В. Н. Ивановым<sup>27</sup>, одобрена зам. генерального конструктора ЕС ЭВМ В. В. Пржиялковским<sup>28</sup> и начальником 8 ГУ МРП

<sup>27</sup> Виктор Николаевич Иванов (1928–2000) — директор КЗЭВМ с 1966 по 1979 год. В дальнейшем начальник главка Министерства радиопромышленности (МРП), с 1988 по 1991 год — директор НПО «Персей», основанного на базе НИИЦВТ (см. сноску 30).

<sup>28</sup> Виктор Владимирович Пржиялковский (р. 1930) — с 1964 года главный конструктор ЭВМ серии «Минск», в дальнейшем директор НИИЦВТ (1977–1988), зам. Генерального конструктора ЕС ЭВМ (1971–1977), Генеральный конструктор ЕС ЭВМ (1977–1990).

Н. В. Горшковым [3.1]. Нельзя сказать, что разработка ЕС-1033 силами заводчан протекала, как по маслу: хотя В. Ф. Гусев сегодня и утверждает, что *«это была единственная машина в СССР, в которой расчетные показатели полностью совпали с теми, которые она показала при испытании»*, но трудностей хватало, причем в том числе и чисто человеческих. Главный инженер СКБ Э. А. Ситницкий, сыгравший большую роль в превращении СКБ в передовую организацию страны, не уступавшую многим институтам, был резко против самостоятельной разработки машины, кивая на многочисленные организационные и технические трудности. В 1975 году ему и руководителю СКБ О. П. Поздняку пришлось покинуть завод.

Отсутствие единодушия резко затормозило начальный этап разработки, в результате чего машину пришлось запускать в серию еще до проведения государственных испытаний опытного образца. Разумеется, недостаточно готовая машина не прошла госиспытаний (в июне 1976 года), В. Ф. Гусев схлопотал строгий выговор, а недоделки пришлось устранять на ходу. Весь этот аврал с ежедневными разборками на специальных летучках у начальства, продолжался до ноября, когда этап испытаний был, наконец, успешно завершен положительным заключением госкомиссии.



Блоки памяти ЕС-1033 на участке сборки

Зато опережающая подготовка к серийному выпуску позволила заводу уже в 1976 году отказаться от опостылевшей ЕС-1030 и фактически всего за один месяц (декабрь) выпустить аж 35 машин ЕС-1033. Разумеется, они к тому времени были уже готовы, оставалась лишь наладка и небольшая коррекция по результатам испытаний. Рисковать подобным образом позволяли себе немногие директора советских заводов: при неудаче испытаний руководству грозили серьезные санкции за впустую потраченные средства.

Этап наладки серийной ЕС-1033 занимал всего 2–3 дня, против 5–6 у ЕС-1030. Машина получилась одной из самых надежных в серии. В. Ф. Гусев, несколько, может быть, преувеличивая, характеризует ее так: *«Это единственная машина из серии ЕС ЭВМ, которая работала. Все остальные налаживали непрерывно и постоянно, и так и списывали в процессе наладки»*. «Тридцать третья» стала одной из самых массовых и популярных машин ЕС — до 1983 года заводом было выпущено 1963 машины. Немало способствовал этому обстоятельству выпуск специальных руководств пользователей (по образцу западных «хендбуков»). В. Ф. Гусев рассказывал<sup>29</sup>: *«Для эффективной эксплуатации ЕС-1033 нужно было создать доступное руководство, написанное „техническими писателями“, за неимением которых в нашей стране, пришлось взять эту роль на себя. Наличие такой книги во многом определило высокую репутацию машины в СССР и за рубежом, как „удобную в эксплуатации“ и „простую“, хотя объективно это было совсем не так»*. Разработка явно тянула на Государственную премию, но заводчан опять, как и в случае «Наири», «прокатили» в последний момент, присудив премию 1978 года коллективу НИЦЭВТ<sup>30</sup> за адаптацию операционной системы OS/360<sup>31</sup>.

<sup>29</sup> <http://kazan-computer-museum.blogspot.ru/2009/01/1033.html>.

<sup>30</sup> Научно-исследовательский центр электронной вычислительной техники (НИЦЭВТ) — образован в 1967 году специально для разработки машин Единой Системы. В декабре 1968 года в его состав введен НИЭМ (бывшее СКБ-245), в конце 80-х НИЦЭВТ преобразован в НПО «Персей», а НИИМ вновь выделен в самостоятельную организацию под названием НИИ «Аргон». С 1994 года ОАО НИЦЭВТ, в настоящее время вместе с НИИ «Аргон» входит в состав концерна «Вега», бывшего МНИИП (НИИ-17). Директоры НИЦЭВТ являлись также Генеральными конструкторами ЕС ЭВМ (с 1968 года — С. А. Крутовских, с 1970 — А. М. Ларионов, с 1977 — В. В. Пржиялковский).

<sup>31</sup> Отметим, что В. Ф. Гусев все-таки получил Государственную премию за разработку ЕС-1033 (совместно с главным технологом Е. В. Курнаковым) в 1983 году. Его кандидатура была предложена Генеральным конструктором ЕС В. В. Пржиялковским.

**Характеристики модифицированных ЭВМ среднего класса ЕС-1033 и ЕС-1032 в сравнении с ЕС-1030 (по данным В. В. Пржиялковского [3.4])**

| Модель                               | ЕС-1030<br>(ЕрНИИММ)      | ЕС-1032<br>(Польша) | ЕС-1033<br>(СКБ КЗЭВМ)    |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| Год окончания разработки             | 1972                      | 1974                | 1976                      |
| Разрядная сетка, двойных разрядов    | 32                        | 32                  | 32                        |
| Производительность, тыс. операций/с) | 70                        | 180                 | 200                       |
| Емкость ОЗУ, Кб                      | 128–512                   | 128–1024            | 256–512                   |
| Цикл ОЗУ, мкс                        | 1,15                      | 1,2                 | 1,2                       |
| Число селекторных каналов            | 3                         | 3                   | 3                         |
| Скорость селекторных каналов, Кб/с   | 800                       | 1100                | 800                       |
| Тип интегральных схем                | Серия 155<br>(«Логика-2») | SN-74               | Серия 155, спец.<br>схемы |
| Операционная система                 | ДОС, ОС ЕС                | ДОС, ОС             | ДОС, ОС                   |
| Потребляемая мощность, кВА           | 21                        | 23                  | 40                        |
| Занимаемая площадь, кв. м            | 110                       | 80                  | 120                       |

В приведенной таблице помещены основные характеристики ЕС-1033 в сравнении с ЕС-1030. Для сравнения здесь также представлены характеристики машины ЕС-1032, которую разработали в Польше и которая, как видно из таблицы, по многим параметрам соответствует ЕС-1033, а кое в чем даже обгоняет ее. Получается, что в Польше оказались более искусные конструкторы, чем в Казани, и Валерий Федорович Гусев лукавит, когда хвалится уровнем своей разработки? Совсем нет. Высокие характеристики польской машины объясняются, если взглянуть на строку «Тип интегральных схем» — в ЕС-1032 применены оригинальные микросхемы серии SN-74 компании Texas Instruments, причем полная серия, т. е. включая те типы, которые тогда еще отсутствовали в отечественном аналоге, серии К155. Комментарии В. В. Пржиялковского (см. [3.4]) к истории создания этой машины имеет смысл процитировать полностью — они дают хорошую характеристику технического уровня, на котором велась программа копирования западных разработок.

*«Среди этих машин резко выделяются по технико-экономическим характеристикам модели ЕС-1032. При единой архитектуре причиной таких великолепных для того времени показателей являлась только*

технологическая база. Есть смысл несколько остановиться на этом случае, учитывая те серьезные дебаты, которые проходили в высших органах управления СССР (ВПК, ГКНТ, ГОСПЛАН, МРП) при появлении в 1974 г. польской ЭВМ ЕС-1032. Процессор этой модели вместе с ОЗУ и каналами располагался в одном шкафу, тогда как отечественные модели ЕС-1022 и ЕС-1033 — в трех. Разработка ее велась на Вроцлавских заводах вне планов СГК ЕС ЭВМ. Когда она была закончена, встал вопрос о принятии ее в ЕС ЭВМ и присвоении ей соответствующего шифра. При изучении документации на машину выяснилось, что при ее создании нарушены основополагающие документы и стандарты ЕС ЭВМ. Главным нарушением было использование полной серии микросхем SN-74 компании Texas



Ввод в эксплуатацию ЕС-1033 в институте статистики г. Калькутта (Индия)

*Instrument.* Советский аналог этой серии — серия 155 („Логика-2“) имела вдвое худшие временные характеристики и в ней отсутствовали схемы повышенной интеграции. Под давлением высших органов страны (в первую очередь ВПК и МО) документами ЕС ЭВМ использование иностранных комплектующих изделий, не имеющих отечественных аналогов, запрещалось категорически. Аналогичная ситуация была и с блоками питания. Нарушением руководящих материалов ЕС ЭВМ было использование



сдвоенных ТЭЗов размером 280×150 мм. Все это, а также применение многослойной печатной платы ТЭЗа и использование полупроводникового ЗУ вместо ферритового (в СССР еще не было серийного производства микросхем для ОЗУ) привело к многократному увеличению степени интеграции сменного элемента замены, а следовательно, уменьшению габаритов и снижению потребляемой мощности.

В результате острых дебатов на высшем уровне машина 1032 была принята в систему ЕС ЭВМ, многие документы ЕС ЭВМ были откорректированы. Но отставание советской микроэлектронной базы от зарубежного уровня продолжало нарастать. ЭВМ ЕС-1032 не импортировалась в СССР, но роль ее в инициации работ по созданию машин ЕС-1022 и ЕС-1033 (самых массовых машин в ЕС ЭВМ) крайне положительна, она наглядно показала, как велико влияние на эксплуатационные характеристики ЭВМ технологической базы.

К сожалению, урок был воспринят далеко не полностью и в СССР по-прежнему значительно больше и чаще обсуждались вопросы архитектуры ЭВМ, чем технологические проблемы микроэлектронной базы, общие для всех архитектур».

### **...и драма**

Машина ЕС-1033, как неоднократно подчеркивает и сам В. Ф. Гусев и другие источники, была спроектирована в соответствии с идеей реализации магистральной структуры ЭВМ, которую называли «принципом 3М» — «магистральность, микропрограммируемость, модульность»<sup>32</sup>. На той же основе в 1978 году заводчанами была предложена более мощная ЭВМ, которую условно называли ЕС-1047, с производительностью от 500 тыс. до 2 млн операций в секунду, в зависимости от комплектации. На нее было разработано техническое задание и получено принципиальное согласие Генерального конструктора ЕС ЭВМ В. В. Пржиялковского о включении разработки в генеральный план следующего поколения ЕС Ряд II (то есть на основе IBM System/370). Однако, в начале 1979 года вопрос об этой разработке (кстати, не поддержанной и бывшим директором В. Н. Ивановым, к тому времени — начальником главка МРП, к которому относился КЗЭВМ) был снят, и вместо этого завод ориентировали на производство модели ЕС-1045 (ЕрНИИММ). Таким образом, отлично зарекомендовавший себя

---

<sup>32</sup> О применении «принципа 3М» в те же годы в разработках зеленоградского СВЦ см. очерк «Зарождение и становление отечественной микроэлектроники».

коллектив СКБ завода выпал из числа ведущих разработчиков компьютерной техники в стране и уже никогда не восстановился в этом качестве.

Авторы статьи «III поколение ЭВМ» на сайте Казанского завода утверждают, что *«реализация этого проекта (т. е. ЕС-1047. — Ю. Р.) уже в 1980-м году позволила бы иметь в СССР высокопроизводительные ЭВМ общего назначения с технико-экономическими характеристиками, намного опережающими достигнутый к тому времени уровень ВТ»*. В чем же отличие несостоявшейся ЕС-1047 от ЕС-1045 и почему разработка была отклонена?

Генеральная линия в части элементной базы к тому времени — ориентация на энергоемкую эмиттерно-связанную логику (ЭСЛ), что многие специалисты полагают крупнейшей стратегической ошибкой. *«Для дальнейшего развития ЕС ЭВМ было выбрано направление, ориентированное на применение элементной базы на основе энергоемких ЭСЛ-технологий. Развитие микроэлектроники и вычислительной техники установило принципиальную ошибочность этого выбора»*, — подчеркивают авторы цитированной статьи. В. Ф. Гусев утверждает, что *«с самого начала было абсолютно ясно, что перспектива у микроэлектроники лежит в области низкоточных технологий»*, и со свойственной ему резкостью называет этот выбор успешнейшей операцией американских разведслужб: *«вот эти ICL-ы — все это бред сивой кобылы. И это все оттуда подсунули, это была самая удачная разработка Центрального разведывательного управления»*.

ЭСЛ-серии микросхем (отечественные аналоги — К100, К500 и др.) действительно были самыми быстродействующими на конец 1970-х (вплоть до сотен мегагерц), однако отличались и самым высоким потреблением энергии. В статическом режиме микросхемы серии К500 потребляли мощность до 25 мВт на каждый логический элемент, что впятеро больше, чем у быстродействующей ТТЛШ-логики<sup>33</sup> (в динамическом режиме, то есть при быстром переключении, это потребление возрастало еще больше). Разработчики ЭВМ ЕС следующего поколения, очевидно, ориентировались на успех топовых компьютеров 1970-х, таких, как Gray-1, которые действительно применяли ЭСЛ-логику. Однако для эффективного охлаждения своей машины Сеймуру Крэю пришлось применить нестандартное решение с полным погружением плат в охлаждающую жидкость (масло), что, конечно же, не могло быть применено в отечественных машинах, проходящих военную приемку. ЭСЛ не имели никакой перспективы: генеральный путь развития элементной базы, как показало время, действительно лежал в области развития малопотребляющей

<sup>33</sup> ТТЛШ — транзисторно-транзисторная логика с диодами Шоттки, одно из самых массовых направлений в области элементной базы в 1970-е годы.

КМОП-логики<sup>34</sup>, в те времена еще крайне медленной. ЦРУ не совершенно требовалось специально «подсовывать» эту разработку нашим ведомством: сказались громадная инерция советской полупроводниковой индустрии и не критичное отношение многих ее руководителей к западным достижениям.

Взамен ЭСЛ-логики с экстремальным потреблением СКБ завода предлагало построить центральные устройства ЕС-1047 на компромиссном сочетании ТТЛШ с быстродействующей интегрально-инжекционной логикой (И2Л), что позволяло без дополнительных хлопот получить совместимость с обычной ТТЛ по электрическим параметрам и в то же время существенно повысить быстродействие. Были начаты переговоры с Зеленоградом о производстве соответствующих микросхем большой и сверхбольшой степени интеграции (БИС и СБИС). Этот задел получил развитие в серии К583, на основе которой бывшим СКБ-245, позднее выделившимся под названием НПО «Аргон», проводилась разработка бортового компьютера «Аргон-17» (1978), но не мог стать признанным направлением в микроэлектронном производстве, раз вся отрасль была ориентирована совсем в другую сторону.

Кроме того, в отклонении проекта ЕС-1047 сыграли свою роль ведомственные амбиции внутри круга разработчиков ЭВМ. Как выразился В. Ф. Гусев, *«эта машина была сделана как ряд сама»*, т. е. на основе ЕС-1047 можно было выпустить целую линейку ЭВМ разной производительности. В результате, по словам Валерия Федоровича, *«все остальное было не нужно вообще»*. Иными словами, направление, взятое Гусевым, кардинально расходилось с ориентацией НИЦЭВТ, как головной организации ЕС, и, разумеется, СКБ какого-то там завода не могло победить в этом конфликте интересов.

## Конец истории

Период, начиная с первого года 11-й пятилетки (то есть с 1981 года), в книге [3.1] назван *«началом утраты передовых позиций»*. Постепенно устаревала и выводилась из производства визитная карточка КЗЭВМ — модель ЕС-1033. Запускались в производство громоздкие модели ЕС-1045 и ЕС-1046 (так, последняя по характеристикам отвечала уровню зарубежных моделей, а вот по материалоемкости и энергоемкости отставала в полтора-два раза).

---

<sup>34</sup> КМОП (КМДП) — комплементарная структура металл-окисел-полупроводник (металл-диэлектрик-полупроводник), интегральные схемы на основе пар полевых транзисторов противоположной полярности. Технология отличается практически нулевым потреблением тока в статическом режиме и в настоящее время является основой почти всех направлений микроэлектроники.

СКБ завода с большим энтузиазмом разработало к середине 1980-х терминальную ЭВМ под названием ЕС-1007. Главным конструктором стал Азат Усманович Ярмухаметов. В машине, призванной стать компактным сетевым «придатком» для больших ЕС ЭВМ, было применено большое количество новшеств, включая даже микропроцессор КР580ВМ80 — отечественный аналог Intel 8080. Машина получилась отличной по всем параметрам, за исключением стоимости, и когда в стране объявили переход к рынку, ее никто не стал покупать. М. Ш. Бадрутдинова: «...последняя машина 1007, которую мы делали, она практически у нас осталась на складах. Машина — урод, так скажем. Урод в том плане, есть такой показатель „производительность — стоимость“. Производительность должна очень большая быть, стоимость должна быть маленькая. Вот у этого уroda, у 1007, это был самый плохой показатель. Потому что Азат у нас без тормозов — раз она маленькая терминальная машинка, она должна быть и дешевой. Он платиновые контакты там заказал, он что только там не заказал. Бриллиантовая машина. И, конечно, когда начали считать деньги, эти машины все остались у нас». Фактически ЕС-1007 была снята с производства в начале 1991 года.



М. Ш. Бадрутдинова в музее Казанского завода, 2014 год. На заднем плане (сидит) один из старейших советских программистов А. Н. Томилин

В 1988 году приказом МРП завод вошел в состав Казанского производственного объединения вычислительных систем (КПО ВС). Ясно, что дорогие и отставшие от жизни монстры Единой Серии уже не могли обеспечивать жизнеспособность завода в рыночных условиях (12-я пятилетка была отменена в 1990 году незаконченной и метод централизованного распределения продукции по плану перестал существовать). На основе прямых договоров, тем не менее, заводу удалось в 1990-м году реализовать еще больше сотни ЕС-1046 и ряд других наименований продукции. В 1992 году выпуск изделий ЕС ЭВМ, отставших к тому времени от мирового уровня на 10 и более лет, был прекращен.

В 1990–91 годах КПО ВС попыталось наладить сотрудничество с английской фирмой ICL и выпускать импортные компьютеры, для чего даже началась реорганизация производства. Однако общая финансовая обстановка в стране заставила с этими планами распрощаться. Тем не менее, созданное СП «ICL — КПО ВС» нашло свою нишу в производстве программного обеспечения для внутреннего российского рынка. С тех пор успел уйти в небытие когда-то громкий английский бренд ICL, и его носителем осталась казанская компания. В июне 2013 года у группы Fujitsu был выкуплен последний пакет акций, остававшихся в руках иностранных владельцев, и ОАО «ICL — КПО ВС» стало чисто российским предприятием.



Продукция фирмы «ICL–КПО ВС» в сборочном цехе завода, 2014 год

В 2000-е годы на предприятии был возобновлен выпуск компьютеров и другой аппаратуры, которая, однако, поставляется на рынок только в составе комплексных программно-аппаратных решений. По оценке CNews Analytics, в 2010 году ОАО «ICL — КПО ВС» стало крупнейшей российской ИТ-компанией вне Москвы и Санкт-Петербурга; согласно журналу «Эксперт», в 2011 году компания находилась в тройке крупнейших российских ИТ-компаний в области производства оборудования. Кроме того, в 2011 году ОАО «ICL — КПО ВС» занимало 11-ю строку в рейтинге крупнейших ИТ-компаний России в сфере защиты информации. Современное предприятие с достоинством продолжает традиции славного завода (см. фото ниже). На «ICL — КПО ВС» создан музей завода, которым руководит М. Ш. Бадрутдинова.

---

## Литература

- 3.1. Казанский завод ЭВМ (КЗММ, КЗЭВМ, КПО ВС). — Казань: Совет ветеранов КПО ВС, 2004. — 299 с., илл. См. материалы этой книги по ссылке: [«Очерки истории Казанского завода ЭВМ»](#).
- 3.2. Ревич Ю. В., Малиновский Б. Н. Информационные технологии в СССР. Создатели советской вычислительной техники // СПб.: БХВ-Петербург, 2014.
- 3.3. Очерки истории КЗЭВМ. Статья 13 [«Шестая ЭВМ – М-222»](#).
- 3.4. В. В. Пржиялковский. [«Исторический обзор семейства ЕС ЭВМ»](#).