

Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН
Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН
Совет Виртуального компьютерного музея
Национальный исследовательский университет «МИЭТ»
Политехнический музей
Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН
Московское научно-техническое общество радиотехники, электроники и
связи им. А.С. Попова

ТРУДЫ SORUCOM-2017

Четвертая Международная конференция

Развитие вычислительной техники

в России и странах бывшего СССР: история и перспективы

3–5 октября 2017 года

Москва, Зеленоград

При поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ)
Computer History Museum (Mountain View, California)

При технической поддержке
IEEE, IEEE Computer Society

Москва, 2017

УДК [004]
ББК [72,3+30Г]
ISBN 978-5-902454-13-7

**Сборник трудов SoRuCom-2017. Четвертая Международная конференция «Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы». Зеленоград, 3–5 октября 1917 г.
Под редакцией д.ф.- м.н. А.Н. Томилина.
Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В.Плеханова», 2017. 427 с.**

**Proceedings of the SoRuCom-2017. Forth International Conference «Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union». Zelenograd, the city of Moscow, October 3–5. Prof. A.N. Tomilin, Ed.
Moscow, 2017. 427 p.**

Москва, 2017

ЭВМ ЕС-1033: создание, особенности структуры и элементной базы

Ярмухаметов Азат Усманович

Казанский компьютерный музей
azaty1@gmail.com

Ключевые слова: ЕС-1033, магистральная структура, КЗЭВМ

Электронная вычислительная машина средней производительности семейства Ряд-1 ЕС-1033 – наиболее массовая ЭВМ средней производительности. Она разработана Специальным конструкторским бюро Казанского завода ЭВМ (СКБ КЗЭВМ) и серийно выпускалась им с 1976 по 1983 год. Было выпущено 2300 товарных комплектов, не считая технологических машин для нужд производства. Производительность ЕС-1033 220 тыс. оп/сек. на научно-технических задачах с плавающей запятой двойной длины и 150 тыс. оп/сек. на планово-экономических задачах десятичной арифметики, на регистровых операциях формата RR порядка 1 миллиона оп/сек. Машина программно-совместима со всеми ЭВМ Ряд-1, полностью соответствовала принципам работы IBM/360, но аппаратно совершенно оригинальна, в отличие от ЕС-1030. Технические решения, воплощённые в ЕС-1033 защищены 17 авторскими свидетельствами СССР и более 90 патентами и выкладками зарубежных стран, в том числе США, Великобритании, Японии, ФРГ.



Предпосылки создания ЕС-1033

С 1969 года Казанский завод ЭВМ (КЗЭВМ) выпускал машину М-222 также разработки СКБ завода. Машина пользовалась устойчивым спросом, особенно у заказчиков из Министерства обороны ввиду высокой надёжности и неприхотливости. В частности, ею были оснащены научно-измерительные пункты ЦУКОС (в/ч 32103) от Евпатории до Камчатки.

Время транзисторных ЭВМ подходило к концу, наступала пора машин третьего поколения на интегральных схемах. Программно-несовместимые аппаратно разнообразные машины существенно тормозили их широкое использование в народном хозяйстве СССР. Правительством совместно с Академией наук было принято решение о создании Единой Системы ЭВМ. В качестве прототипа семейства была выбрана System/360 американской фирмы IBM, как наиболее прогрессивная на тот момент. Кстати, и многие зарубежные фирмы, такие как Сименс, Амдал, Фуджитсу и Хитачи копировали принципы работы системы (де-факто – мировой стандарт архитектуры). Разработка моделей ЕС-1020, ЕС-1030 и ЕС-1050 первой очереди ЕС ЭВМ была поручена соответственно Минскому филиалу НИЦЭВТ, Ереванскому НИИММ и НИЦЭВТ. Серийный выпуск ЕС-1030 было поручено Казанскому заводу ЭВМ. СКБ КЗЭВМ, не смотря на опыт разработки и освоения в производстве ЭВМ М-222, не получило места в Программе разработки моделей Ряд-1 ЕС ЭВМ.

В 1969 году завод приступил к подготовке производства для серийного выпуска ЕС-1030. Государственные испытания разработанной машины были проведены в апреле 1972 года. Испытания проводились только на контрольных тестах без операционной системы. Выявились множество ошибок и

недоработок в документации, выявленных Госкомиссией. К началу 1973 года многие из них были устранены. Изготовление первых серийных образцов показало, что машина капризна в наладке, надёжность не соответствует ТЗ, производительность в 1,5 раза ниже заданной, трудоёмкость составляет 120000 нормо-часов и при плановой цене принципиально не может обеспечить рентабельность производства. Расчёты показали, что для достижения экономических показателей, трудоёмкость производства машины не должна превышать 40000 н/ч. Вплоть до 1976 года, когда ЕС-1030 была снята с производства, завод титаническими усилиями пытался снизить трудоёмкость, но так и не достиг нужных показателей рентабельности. Модель, разработанная Ереванским НИИММ, была не пригодна для серийного производства. Завод в процессе её производства испытывал значительные экономические трудности, работал в убыток. Помогло возобновление выпуска ЭВМ М-222 по требованию Заказчика в количестве около 100 машин. Экономические трудности усугублялись конкуренцией за пользователя. В это время в ПНР была разработана ЭВМ ЕС-1032 также средней производительности, технико-экономические показатели которой существенно превосходили ЕС-1030, а в Минске разрабатывалась малая модель ЕС-1022, характеристики которой были близки к ЕС-1030. Покупатели стали отказываться от приобретения ЕС-1030.

Группа сотрудников СКБ КЗЭВМ, в которую входили основные разработчики ЭВМ М-222, ещё в 1971 году прогнозировали подобную ситуацию и искали выход. В это время на Западе многими приборными фирмами стали разрабатываться и массово внедряться вычислительные машины класса мини-ЭВМ. В СССР на это направление не обращали внимания. В СКБ была организована комплексная группа системотехников и программистов для изучения зарубежных миниЭВМ. Были изучены, полученные разными путями хэндбуки (руководства пользователя), около двух десятков моделей зарубежных миниЭВМ. Проведённый сравнительный анализ их архитектуры методом ядер программ позволил выбрать наиболее эффективную архитектуру миниЭВМ NOVA фирмы Data General, кстати сказать, позже принятую как базовую для армии США. Был подготовлен отчёт в 7 томах, представленный на совещании в ВПК. Как выяснилось, кроме Министерства радиопромышленности (МРП), информацией о миниЭВМ никто не владел. МРП в лице СКБ КЗЭВМ постановлением ВПК было поручено разработать отечественную миниЭВМ, выделены валютные средства для закупки прототипа и его ПО. В СКБ было создано соответствующее подразделение, которое приступило к проектированию в 1972 году. У завода был опыт выпуска малых машин «Сетунь» разработки МГУ и «Наири», разработки того же ЕрНИИММ (с аналогичным результатом как и ЕС-1030). СКБ провело модернизацию «Наири» и завод стал выпускать «Наири-К» (Казанская).

Директор КЗЭВМ (1966-1979) Виктор Николаевич Иванов понимая нерадостную (катастрофическую) экономическую перспективу завода в 10 пятилетке и учитывая прогнозы аналитической группы СКБ, принял волевое решение прекратить разработку миниЭВМ и поручить коллективу СКБ подготовить предложения по коренной модернизации ЕС-1030. Группа специалистов в составе Гусева В.Ф., Иванова Г.Н., Кренгеля Г.И., Фадеева В.В., Шагивалеева М.З. Ярмухаметова А.У. сформулировала требования к новой модели и предложила пути реализации. Основные требования рассматривались как совокупность трёх интегральных показателей качества: доступность, надёжность, стоимость ЭВМ. В результате были сформулированы параметры перспективной модели ЕС ЭВМ среднего класса:

- производительность на научно-технических задачах в пределах 180-220 тыс. оп./сек, планово-экономических -120-150 тыс. оп/сек.;
- обеспечение показателя надёжности наработкой на отказ не менее 200 часов, времени восстановления не более 30 мин., коэффициентом технического использования не менее 0,95;
- обеспечение высокой достоверности вычислений, высокой точности локализации и малое время восстановления аппаратно-программными средствами контроля и диагностики неисправностей, что требует обратить пристальное внимание на эту проблему при разработке основного оборудования;
- минимальные в сравнении с мировыми образцами данного класса ЭВМ объём и номенклатура основного электронного оборудования;
- ориентировка планируемых экономических показателей на освоенную заводом технологию с минимальной перестройкой производства, плавный и безболезненный переход на выпуск новой модели;
- достоверность контроля качества блоков, узлов и ЭВМ в целом на всех этапах производства, что потребует разработку и оснащение цехов технологическими стендами, КИП и выполнение тщательного входного контроля комплектующих;
- патентная чистота и конкурентоспособность на внешнем рынке.
- Проведённые исследования позволили сделать следующие выводы:
- традиционные структуры ЭВМ средней производительности (IBM/360 и IBM/370) не позволяют добиться резкого улучшения показателей качества ЭВМ (ЕС-1030 – «цельнотянутая» копия IBM 360/50);
- требуется применение новых принципов построения структуры процессоров и каналов ЭВМ;
- выпускаемая МЭП элементная база TTL (россыпь, ИС малой интеграции) не удовлетворяет требованиям к перспективной машине по степени интеграции, логическим возможностям и

номенклатуре; применение быстродействующих схем ESL экономически не оправдано для машин средней производительности и, кроме того, требует изменения конструктивов и техпроцессов на заводе, значительно увеличивает сроки освоения.

Разработка ЭВМ ЕС-1033. Элементная база

Предложение использовать при разработке не применяемых ранее в мировой практике принципов структуры ЭВМ и TTL интегральных микросхем повышенной интеграции, не выпускаемых в СССР, могло показаться авантюрой. Однако у разработчиков в кустах был не только рояль, но и засадный полк: была проработана, и в лабораторных условиях опробована так называемая «многомагистральная структура 3М»: Магистральность, Модульность, Микропрограммирование. Бывший казанец член-корр. АН СССР Камиль Ахметович Валиев, который в то время был директором НИИ молекулярной электроники (НИИМЭ) в Зеленограде. НИИМЭ и завод «Микрон» занимались разработкой цифровых кремниевых интегральных схем.

Фирма Texas Instruments Inc. выпускала TTL микросхемы средней степени интеграции (СИС) серии SN741Х, кстати, широко используемые в польской ЭВМ ЕС-1032. В СССР аналогов этой серии не выпускалось. У разработчиков имелись образцы импортных СИС и документация по их применению (РТМ, руководящие технические материалы). Оставалось совсем немного: убедить МЭП разработать отечественные аналоги этих СИС, вернее, заказать их разработку для комплектования казанской ЭВМ. Это удалось сделать. В августе 1973 года на совещании у зампреда военно-промышленной комиссии СМ СССР Л.Н. Горшкова было принято решение и выпущено указание о разработке и поставке МЭПом комплекта микросхем для ЕС-1033. НИИМЭ приступил к разработке аналогов СИС SN74, руководителем разработки был назначен главный инженер Владимир Яковлевич Контарёв, главным конструктором серии Юрий Иванович Щетинин. Однако для реализации "в железе" машины с магистральной структурой 3М имеющейся номенклатуры СИС SN74 было недостаточно. Необходимы были специфичные схемы для реализации многомагистральных структур. Было решено ограничиться разработкой только одной, но совершенно новой, не имеющей иностранных аналогов СИС многофункциональной памяти с 3 магистральными полюсами 155ХЛ1 (описание будет ниже). Следует отметить, что эта микросхема составила значительную часть комплектации будущей машины ЕС-1033.

Разработка микросхем проводилась параллельно с разработкой схем машины. К моменту начала изготовления макетного образца ЭВМ первые экземпляры СИС стали поступать на КЗЭВМ. Поставка осуществлялась следующим образом: Контарёв выгребал «из печки» готовые экземпляры, укладывал в портфель, а курьер на самолёте доставлял их в Казань. НИИМЭ успел в срок выполнить свою часть разработки машины. Вспоминается случай, знаковый не только для Казани, но и в первую очередь для Зеленограда. На банкете в «Русском лесу» по случаю приёмки Госкомиссией СИС 155ХЛ1 руководитель темы поднял тост в стихах: «Первый раз – не Техас!». Ведь до того только копировались схемы фирмы Texas Instruments. Таким образом, ЭВМ ЕС-1033 явилась совместной разработкой МРП и МЭП. Без СИС НИИМЭ невозможно было реализовать в ЭВМ принципы, разработанной СКБ КЗЭВМ многомагистральной структуры.

Решающую роль в организации тесного сотрудничества сыграл руководитель НИИМЭ К.А. Валиев, а самоотверженная работа коллектива под руководством главного инженера В.Я. Контарёва и руководителя темы Ю.И. Щетинина обеспечила выполнение совместной разработки в заданные сроки. Не зря в авторских свидетельствах СССР, в качестве действительных авторов как СИС многофункциональной памяти, так и блоков ЭВМ, где применены СИС разработки НИИМЭ и изготовленные на Микроне, присутствуют фамилии как казанцев: Гусева, Шагивалеева, Ярмухаметова, так и зеленоградцев: Контарёва, Кремлёва, Щетинина.

и открытый	(45) Дата опубликования описания 13.06.78
72) Авторы изобретения	В. Ф. Гусев, Г. Н. Иванов, В. Я. Контарев, В. Я. Кремлев, Г. И. Кренгель, М. З. Шагивалеев, Ю. И. Щетинин и А. У. Ярмухаметов

Заявки на изобретение подавались совместно от имени двух предприятий: п/я А-3886 и п/я В-2892.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

6I3402

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее свидетельство

Предприятию п/я А-3886 и Предприятию п/я В-2892

на изобретение "Запоминающее устройство"

В блоке патентов, полученных во многих странах, также указаны как казанцы, так и зеленоградцы. (фото патента Франции), (фото патента США).

- (47) Date de la mise à la disposition du public du brevet..... B.O.P.I. — «Listes» n. 31 du 1-8-1980.
- (71) Déposant : GUSEV Valery Fedorovich, KONTAREV Vladimir-Yakovlevich, KRENGEL Genrikh Isaevich, KREMLEV Vyacheslav Yakovlevich, KOROTYSHKIN Valentin Ivanovich, IVANOV Gennady Nikolaevich, SHAGIVALEEV Mansur Zakirovich, SCHETININ Jury Ivanovich et YARMUKHMETOV Azat Usmanovich, résidant en U.R.S.S.
- (72) Invention de :
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire : Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

United States Patent [19]

Gusev et al.

[54] DATA PROCESSING DEVICE FOR VARIABLE LENGTH MULTIBYTE DATA FIELDS

[76] Inventors: Valery F. Gusev, ulitsa Karbysheva, 13-a, kv. 35; Gennady N. Ivanov, ulitsa Dekabristov, 184-a, kv. 22, both of Kazan; Vladimir Y. Kontarev, Ploschad Junosti, 4, kv. 3, Moscow; Genrikh I. Krengel, ulitsa Ibragimova, 45, kv. 49, Kazan; Evgeny O. Polivoda, ulitsa Kuibysheva, 32, kv. 24, Kazan; Alexandr N. Skvortsov, ulitsa Volodarskogo, 8, kv. 22, Kazan; Jury I. Schetinin, 103536, korpus 503, kv. 106, Moscow; Vyacheslav Y. Kremlev, Berezovaya alleya, korpus 423, kv. 81, Moscow; Mansur Z. Shagivaleev, ulitsa Karbysheva, 17, kv. 75, Kazan; Azat U. Yarmukhametov, ulitsa Adelya Kutuya, 12, kv. 23, Kazan, all of U.S.S.R.

В диссертации, представленной на защиту В.Я. Контарёвым, в перечне публикаций фигурировали более 100 АС и патентов, полученных совместно КЗЭВМИ и НИИМЭ. На защите от МРП выступил А.У. Ярмухаметов, отмечая большую роль диссертанта в развитии отечественной вычислительной техники. Сотрудничество продолжалось и в дальнейшем.

Разработка и подготовка производства ЭВМ ЕС-1033. Приказом по заводу в составе СКБ был сформирован головной отдел (№10) разработки новой машины в составе четырёх лабораторий (КБ) и бюро технической документации. Начальник отдела В.Ф. Гусев, начальник КБ центрального процессора Иванов Г.Н., начальник КБ каналов ввода-вывода В.В.Фадеев, нач. КБ контроля и диагностики М.И. Боксанский, нач. КБ электроники М.З. Шагивалеев. Были решены организационные вопросы с НИЦЭВТом (Генеральный конструктор ЕС ЭВМ В.В. Пржиялковский) и 8 ГУ МРП СССР (Н.В. Горшков) о включении разработки в программу модернизации моделей Ряд-1. Машина получила шифр ЕС-1033. Главным конструктором ЕС-1033 был назначен В.Ф. Гусев, заместителями по электронике М.З. Шагивалеев, по конструкции Ф.А. Григорьев, по производству Г.И. Кренгель. В СКБ были организованы отделы по

направлениям автопроектирования, тестового обеспечения, прикладных программ, операционных систем.

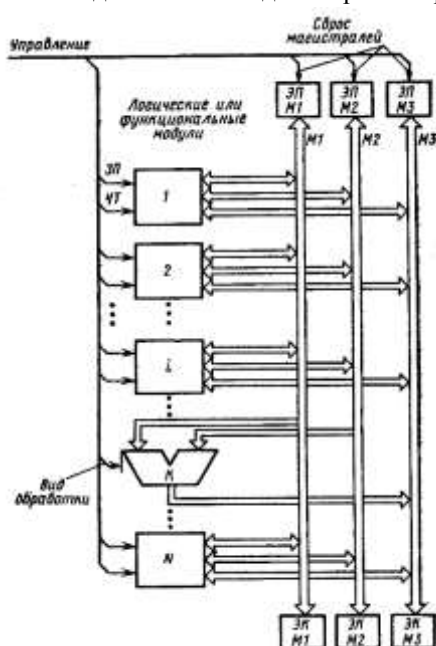
От отдела наладки завода была прикомандирована группа инженеров для участия в разработке и в качестве будущих руководителей наладочных бригад. Определён представитель Заказчика. Разработан жёсткий сетевой график. К разработке подключилось не только СКБ, но и весь завод, который готовился к переходу на производство новой модели под личным контролем директора завода В.Н. Иванова и его заместителей. Конструктивы машины, панели, ТЭЗы изготавливались в цехах основного производства. Проектировались и изготавливались стенды контроля и наладки. Первый опытный образец встал под наладку в апреле 1975 года. В конце 1975 года опытный образец прошел комплексную наладку. Госиспытания по графику должны быть проведены в мае 1976 года. Машина сошла с испытаний по показателям надёжности. Были проведены доработки и повторные испытания в ноябре 1976 года, на которых машина была рекомендована к серийному производству. В это время завод уже приступил к серийному производству машины, не дожидаясь результатов повторных госиспытаний. В результате в конце 1976 года было выпущено 35 товарных машин ЕС-1033.

Проведённая работа ещё раз показала эффективность тесного взаимодействия разработчика и производителя в рамках единой организации СКБ+завод, в отличие от ситуации, когда разработчик практически не заинтересован в результатах своей работы, и за них не отвечает. Производительность ЕС-1033 была в три раза выше, чем у ЕС-1030, а трудоёмкость в три раза меньше. Проблема экономики завода на пятилетку была решена полностью. В 1977 году было выпущено 205 товарных машин, не считая технологических. В 1978 году 230 машин, в 1979 году – 270 машин, укомплектованных оперативной памятью ЕС-3263 на динамических МОП, разработанной также СКБ завода (главный конструктор В.Н. Хорьков), в 1980 году – 410 машин. Всего было выпущено 2300 ЕС-1033. Более подробно о процессе разработки и освоения в производстве ЕС-1033 можно ознакомиться в книге [1].

Результат работы «Создание универсальной электронной вычислительной машины ЕС-1033 и освоение её в серийном производстве» [3] был представлен на соискание Государственной премии СССР: ЭВМ ЕС-1033 освоена в серийном производстве, разработана новая структура вычислительной техники с новизной мирового уровня, получено полтора десятка авторских свидетельств на изобретения, оформлялись патенты в ведущих капстранах и странах СЭВ. В то время, как другие копировали устаревшие импортные машины! Но признания на уровне Государственной премии СССР коллектив разработчиков не был удостоен. В номинации «ВТ» нас обошёл коллектив под руководством Л.Д. Райкова (НИЦЭВТ), получив Госпремию за работу «Программное обеспечение ЕС ЭВМ». Высокой академической комиссии видимо было невдомёк, что, как минимум, эту Госпремию надо было бы разделить с коллективом Фредерика П. Брука Младшего, отца ОС IBM System/360.

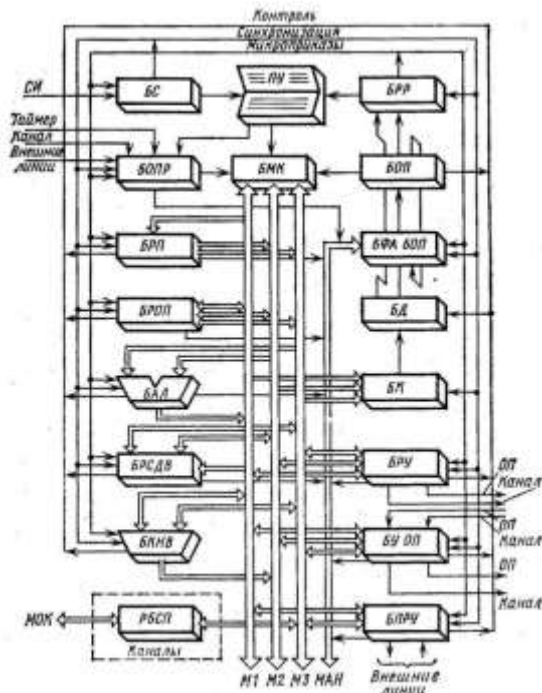
Многомагистральная структура ЭВМ ЕС-1033. В ЕС-1033 количество ТЭЗ 443 по сравнению с 1200 ТЭЗ в ЕС-1030, номенклатура ТЭЗ 104 против 227, количество микросхем 8000 против 21000. Кроме того, в ЕС-1033 появились дополнительные, по сравнению с прототипом IBM/360 блоки (конвертации систем счисления, сдвигатель, автономная система диагностики, дублирование отдельных блоков в целях обеспечения достоверности вычислений). Это было обеспечено не только использованием СИС, но и применением магистральной структуры построения процессора и каналов. Процессор, каналы и система диагностики были размещены в одной стандартной стойке. Каждая из подсистем работала независимо под управлением своего отдельного блока микропрограммного управления. Рамки доклада не позволяют описать все оригинальные, выполненные на уровне мировой новизны, решения построения блоков и узлов ЭВМ [2].

Однако необходимо рассмотреть основные идеи структуры 3М. Высокого быстродействия



универсальной ЭВМ можно достичь использованием в ЭВМ специализированных процессоров, предназначенных для выполнения определённых операций и для работы с определёнными данными, например, с плавающей запятой, в десятичном представлении, массивы данных переменной длины и работа с матрицами и т.п. Такой подход неприемлем для машин среднего класса из-за большого объёма неиспользуемого специализированного оборудования и его неэффективности из-за простоя. Более предпочтительно применить принцип "общих ресурсов", когда при выполнении любого алгоритма используется большая часть оборудования, образующая конфигурацию, эффективную для этого типа обработки и настраиваемая микропрограммно. При выполнении других алгоритмов, конфигурация задействованных блоков и связей между ними изменяется. Проблема настройки нужной конфигурации заключается в организации непосредственных связей между блоками. Очевидно, что наибольшим быстродействием будет обладать система, все блоки которой связаны друг с другом независимыми и управляемыми соединениями (каждый с каждым). Тогда по любой микрокоманде можно осуществлять

Магистральная структура вычислительных средств поясняется схемой на которой показаны три информационные магистрали M1, M2, M3 и ряд модулей 1...N, подключённых к ним своими входами-выходами (информационными полюсами). Магистрали следует рассматривать как устройства, имеющие определённую структуру и логику работы (память, схемы контроля), а не как шины, обеспечивающие гальваническую связь между схемами. В этом заключается принципиальное отличие между общими шинами, Юнибас, Омнибас миниЭВМ и магистралями ЕС-1033. Модули подключены к магистралям своими информационными полюсами, что позволяет, как считывать данные на магистрали, так и записывать их с магистралей. Процесс выполнения микрокоманды разбит на 2 полутакта – чтения и записи. Предположим, что для выполнения алгоритма нужно осуществить связь между модулем i и модулем N. В первом полутакте данные считываются с первого модуля i а во втором полутакте микрокоманды записываются во второй модуль N. Во время выполнения такта элементы памяти магистрали сохраняют считанные данные, по окончании такта магистраль сбрасывается (очищается). При наличии трёх магистралей имеется возможность установить три любых независимых тракта передачи данных между модулями. В следующей микрокоманде настраиваются новые связи. На протяжении некоторого времени такая система способна реализовывать связь каждого модуля с каждым. Это выглядит так, будто в каждом очередном такте образуется новая конфигурация блоков. Более того, данные могут считываться на магистраль одновременно с нескольких модулей, при этом магистраль выполняет функцию «логическое И». Свойство магистрали выполнять логическую обработку передаваемой информации используется для дробных передач. Для этого из одного модуля информация считывается, а из другого на магистраль подаётся маска, «вырезающая» часть информации. Таким образом, и дробные, и полные передачи осуществляются единообразно, не требуя специальных связей и управления. Маска может быть задана микрокомандой или быть результатом вычислений, сохраняемых на специальных регистрах масок (АС 648984). Рассмотрим простейшую операцию сложения. Первый операнд считывается на M1, второй - на M2. Модуль K (комбинационная схема сумматора) подаёт результат сложения на M3, который записывается на другой модуль, или на место первого операнда. Это обеспечивается тем, что модули способны, как считывать данные через информационный полюс, так и записывать. Если при чтении операндов на магистрали M1 и M2 были поданы различные маски, вырезающие противоположные части операндов, то на выходе комбинационной схемы получится сформированный результат подстановки. Используются также связи со сдвигом, в которых разряды регистров блока подключены к не своим разрядам магистралей, например 1 разряд регистра подключён к 5 разряду магистрали. При записи в него данных с магистрали происходит сдвиг на 4. Таких связей может быть несколько, например на 1, 4, 8, 16. При этом на магистраль может быть наложена маска, вырезающая лишние данные. Таким образом, магистральной организацией аппаратуры в сочетании с микропрограммированием разработчикам предоставлена широкая возможность творчества.



411

Рассмотрим реализацию структуры 3М на примере центрального процессора (ЦП) ЕС-1033. (см. рис.). ЦП имеет три информационные магистрали и магистраль анализов. Центральным является блок магистрального коммутатора (БМК), обеспечивающий работу магистралей. Для хранения промежуточных результатов предназначен блок операционных регистров БРОП (АС 877613). Блок программных регистров БРП (АС 613402), в соответствии с принципами работы, содержит 16 регистров общего назначения и 4 регистра для операндов с плавающей запятой. Арифметически-логический блок БАЛ выполняет 45 операций обработки двоичных операндов и двоично-десятичное сложение и вычитание. Блок не имеет регистров. В целях обеспечения достоверности вычислений дублирован. Специализированный блок сдвига БРСДВ (АС 585755 и АС 591078) обеспечивает сдвиг вправо и влево 128 разрядов одновременно, и осуществляет как логический, так и арифметический сдвиг, при умножении и делении выполняет нормализацию, выравнивание операндов и т.п. Другой специализированный блок конвертирования БКНВ (АС 591073) аппаратно выполняет преобразование двоичной системы счисления в двоично-десятичную и обратно, что обеспечивает высокое быстродействие машины на экономических задачах (150 тыс. оп./сек). Блок односторонней памяти БОП содержит управляющие микропрограммы, блок формирования адреса микрокоманд БФА (АС 613401) осуществляет выборку очередной микрокоманды в зависимости от анализа состояния схем и особенности данных и результатов обработки (АС 591075, АС 615538, АС 648984). Результаты анализа собираются на четырёхразрядной магистрали анализов МАН. Блок диагностики БД обеспечивает анализ, исправление сбоев путём семикратного повторения операции и локализацию неисправности, а также взаимодействие с операционной системой. БД имеет собственный блок микропрограмм (АС 613651) и имеет возможность управлять БОП процессора для прогона диагностических микропрограммных тестов. Назначение остальных блоков и их связей понятны из рисунка. Более детальное знакомство с устройством процессора и каналов можно получить в книге [2].

Отдел НИР №17 СКБ КЗЭВМ. В 1977 году, когда серийное производство ЕС 1033 уже уверенно набирало обороты, в СКБ был создан отдел НИР №17. Начальник отдела Мансур Закирович Шагивалеев, начальник первой лаборатории структур ЭВМ А.У. Ярмухаметов, начальник второй лаборатории микроэлектроники В.Н. Хорьков. Перед отделом была поставлена задача разработать аванпроект машины РЯД-2 с магистральной структурой. Как было сказано выше, ни в СССР, ни в других странах не выпускались ИМС, предназначенные для работы в структурах 3М. Отдел приступил к проектированию комплекта БИС для реализации новой ЭВМ. Были разработаны принципиальные схемы ЕС МП TTL – единой системы микропроцессоров с транзисторно-транзисторной логикой. Разработана схема процессора и каналов с применением указанного комплекта. Машина разрабатывалась под девизом ЕС-1047 РЯД 2. Предлагалась серия из трёх ЭВМ:

- ЕС-1047.01 процессор с быстродействием 500 тыс. оп./сек, каналы и ОП 1 Мбайт на ИС памяти в одной раме;
- ЕС-1047.02 в двух рамах с производительностью 1 млн. оп./сек и ОП 2 Мбайт;
- ЕС-1047.03 в трёх рамах (одна стойка) с производительностью 2 млн. оп./сек и ОП 4 Мбайт.

Планировалось завершить разработку в 1980 году, обеспечив выход на серию к 1981 году. В 1978 году о результатах предварительной проработки было доложено начальнику СКБ И.Ш. Рахманкулову и директору завода В.Н. Иванову. В.Ф. Гусев вышел с предложением на Генерального конструктора ЕС ЭВМ В.В. Пржиялковского, который согласился на включение работы в Генеральный план разработки Ряда-2. М.З. Шагивалеев начал переговоры в Зеленограде с НИИМЭ о разработке комплекта БИС. Одновременно прорабатывалась технологическая структура массового производства ЕС-1047 в объёмах 500 комплектов в год. Таким образом намечалась стратегия перехода к следующему, более высокому уровню развития КЗЭВМ.

Как раз в это время Ереванский НИИММ разрабатывал (копировал) ЭВМ ЕС-1045 РЯД-2 (ИВМ/370) со сроками окончания 1978 год (фактически 1979 г.). Изготовителем ЭВМ был определён опять КЗЭВМ. Элементной базой машины являлись ИС серии 500 ЭСЛ, что автоматически подразумевало кардинальную перестройку технологического процесса на заводе. Учитывая традиционную проблему сырой документации, ошибок разработчика, отсутствие помощи «из-за гор», завод ожидал новый экономический провал. К сожалению, разработка СКБ собственной модели ЭВМ не успевала упредить надвигающийся коллапс экономики, но представляла для Еревана сильную конкуренцию. Кстати, с 1979 по 1981 было выпущено всего 51 машина ЕС-1045. Экономика завода держалась на выпуске серии ЕС-1033.

Первый тревожный (местный) звонок прозвенел в связи с равнодушным отношением директора В.Н. Иванова к разработкам СКБ по ЕС-1047. В процессе разработки и освоения ЕС-1033 В.Н. Иванов был локомотивом, толкающим все службы завода и пристально надзирающим за разработчиками. Помню неоднократные случаи посещения им отдела порой в неурочное время. В этот раз директор готовился к переезду в Москву, чтобы занять должность начальника ГУ в МРП. Второй тревожный (внешний) звонок прозвенел, когда В.В. Пржиялковский предложил оформить разработку серии новых машин как модернизацию ЕС-1033 и исключить ЕС-1047 из генерального плана разработки Ряда 2. Чувствовалось, что на Генерального конструктора осуществляется сильное политическое давление сверху. К сожалению, развёртывание работ по ЕС-1047 на КЗЭВМ было известно, в том числе и директору ЕрНИИММ М. Семерджяну. Зная отношение Казани к «творчеству» института и явную конкуренцию ЕС-1047

разрабатываемой ЕС-1045, в Ереване забили тревогу. Злые языки говорили, что обстановку доложили Фадею Тачатовичу Саркисяну, до 1977 года бывшему директором ЕрНИИММ, а с 1977 года Председателю Совета Министров Армянской ССР. Тот, в свою очередь, принял превентивные меры на своём уровне. Без поддержки сверху, без источника финансирования и практической невозможности размещения заказа на БИС в МЭП, дальнейшие работы по ЕС-1047 были свёрнуты. Но задел не пропал. Впоследствии отдел №17 СКБ (уже НИИ ВС) стал головным при разработке ЭВМ ЕС-1007 Ряд-3 [4].

Литература

1. Казанский завод ЭВМ (КЭММ, КЭЭВМ, КПО ВС). Казань: Совет ветеранов КПО ВС. 2004. 209 с.
2. Электронная вычислительная машина ЕС-1033/ Под ред. В.А. Камарницкого, Г.П.Сорокина. М.: Машиностроение, 1982, 383 с.
3. Создание универсальной электронной вычислительной машины ЕС-1033 и освоение её в серийном производстве. Аннотация. Казанский компьютерный музей. <http://kazan-computer-museum.blogspot.ru/2013/12/1033.html>
4. Терминальная ЭВМ ЕС-1007. Труды SORUCOM 2011, стр.361-364.