

КАРМАННЫЙ ПК "ЭЛЕКТРОНИКА МК-85"

КАК ЕГО СОЗДАВАЛИ

В 1984 году в Министерстве электронной промышленности были начаты работы по воспроизводству карманного персонального микрокомпьютера (КПК) FX-700P фирмы Casio с встроенными матрично-символьным ЖК-дисплеем, алфавитно-цифровой клавиатурой и микропрограммой реализацией языка BASIC. К нему прилагался комплект миниатюрных периферийных устройств, включающий термопринтер FP-12, печатающий на бумажную ленту шириной 38 мм по 20 символов (5×7 точек) в строке, и контроллер FA-3 бытового кассетного магнитофона Panasonic RQ-8300 для его использования в качестве внешнего ЗУ со скоростью записи 300 бит/с. Для подключения этих устройств FX-700P имел параллельный четырехразрядный порт (12 контактов). Предлагались и дополнительные модули ОЗУ – RC-2 и RC-4 емкостью 2К и 4 Кбайт соответственно. Все эти устройства имели встроенное батарейное питание и подключались непосредственно к разъему КПК FX-700P без кабеля. При подключенном контроллере FA-3 принтер FP-3 подсоединялся к специальному дополнительному разъему на задней стенке контроллера. Размер всей конструкции в сборе составлял 7×7×1,5" (177,8×177,8×38,1 мм). Остановимся подробнее на результатах этой работы.

Б.Малашевич
mbm@angstrem.ru

Воспроизводство устройств КПК FX-700P было поручено разным предприятиям Минэлектронпрома. НИИ Точной технологии (НИИТТ, Зеленоград) получил задание министра А.И.Шокина воспроизвести главный элемент комплекта – микрокомпьютер FX-700P. Разрабатываемый КПК был назван "Электроника МК-85". FX-700P был выполнен на основе четырехразрядного микроконтроллера HD61913A01 со встроенными контроллерами ЖКД и клавиатуры, а также двух БИС ОЗУ типа HD61914 общей емкостью 2 Кбайт, связанных с процессором четырехразрядной шиной. Таких микросхем в стране не было.

Специалисты НИИТТ (главный конструктор – Л.Минкин, заместитель ГК – Ю.Отрохов, разработчики – С.Ермаков, О.Семичастнов, Б.Кротков, А.Подоров, В.Гладков и др.) предложили выполнить компьютер, подобный FX-700P, на основе созданных на предприятии и хорошо отработанных БИС. Это 16-разрядный микропроцессор H1806BM2 (его n-МОП вариант K1801BM2) применялся в персональных компьютерах ДВК-1, ДВК-2, УК-НЦ и др.) и базовый матричный кристалл (БМК) H1515XM1. Обе микросхемы были выполнены по одной КМОП технологии. А.И.Шокин согласился с этим предложением, но потребовал полного внешнего сходства с аналогом. Условие было выполнено (рис.1), но при этом у разработчиков возник ряд проблем. Например, применение ползункового выключателя (как в КПК фирмы Casio) потребовало некоторых схемных ухищрений для получения импульсных сигналов ВКЛ и ВЫКЛ, необходимых сторожевой схеме микропроцессора.

Внешнее сходство с аналогом вызвало многочисленные кривотолки и недоумения, которых и сейчас немало в Интернете. Чтобы прояснить ситуацию, приводим фотографии обоих микрокомпьютеров со вскрытыми задними крышками, из которых очевидно, что это совершенно разные изделия (рис.2).

По совокупности характеристик МК-85, безусловно, относился к компьютерам, но в карманном исполнении таких в стране еще не было. Поэтому он не мог удовлетворять некоторым требованиям действующей тогда системной стандартизации к технологии, конструкции, условиям эксплуатации персональных компьютеров. По этим параметрам он более соответствовал микрокалькуляторам и был формально отнесен к ним.

И обозначение он получил как микрокалькулятор – “Электроника МК-85”.

МИКРОПРОЦЕССОР

С 1981 года в НИИТТ разрабатывался ряд микросхем, состоящий из трех однокристальных 16-разрядных микропроцессоров (МП) различной вычислительной мощности со встроенной системной магистралью МПИ. Микропроцессоры ряда были архитектурно совместимы с микрокомпьютерами серии LSI-11 фирмы DEC (США) и с отечественными их клонами типа “Электроника 60” и СМ ЭВМ. Но МП были построены на основе собственных оригинальных структурных и схемотехнических решений и по степени интеграции превосходили зарубежные и отечественные аналоги – они были однокристальными микросхемами. Выпускались эти микропроцессоры в рамках серий БИС 1801 (n-МОП технология) и 1806, 1836 (КМОП) в различных конструктивных исполнениях.

В 1982 году в НИИТТ был разработан второй микропроцессор этого ряда – К1801ВМ2 (главный конструктор – В.Л.Дшхунян, разработчики В.Н.Науменков, Е.Максимов, И.А.Бурмистров, Г.М.Куров и др.). От своего предшественника он отличался расширенной системой команд (СК), пополненной командами умножения и деления. СК К1801ВМ2 включала 72 команды и была полностью совместима с СК микрокомпьютеров LSI-11/2 и “Электроника 60М”. Для повышения быстродействия процессора в нем был реализован отсутствующий в аналогах и К1801ВМ1 конвейер, обрабатывающий одновременно две последовательные команды. Позже были разработаны КМОП-варианты микропроцессора – 1806ВМ2, Н1806ВМ2, КА1806ВМ2, 1836ВМ2 и Н1836ВМ2 для различных видов монтажа и условий эксплуатации. Эти МП обрабатывали одновременно три последовательные команды.

В НИИТТ также имелся уже хорошо отработанный БМК

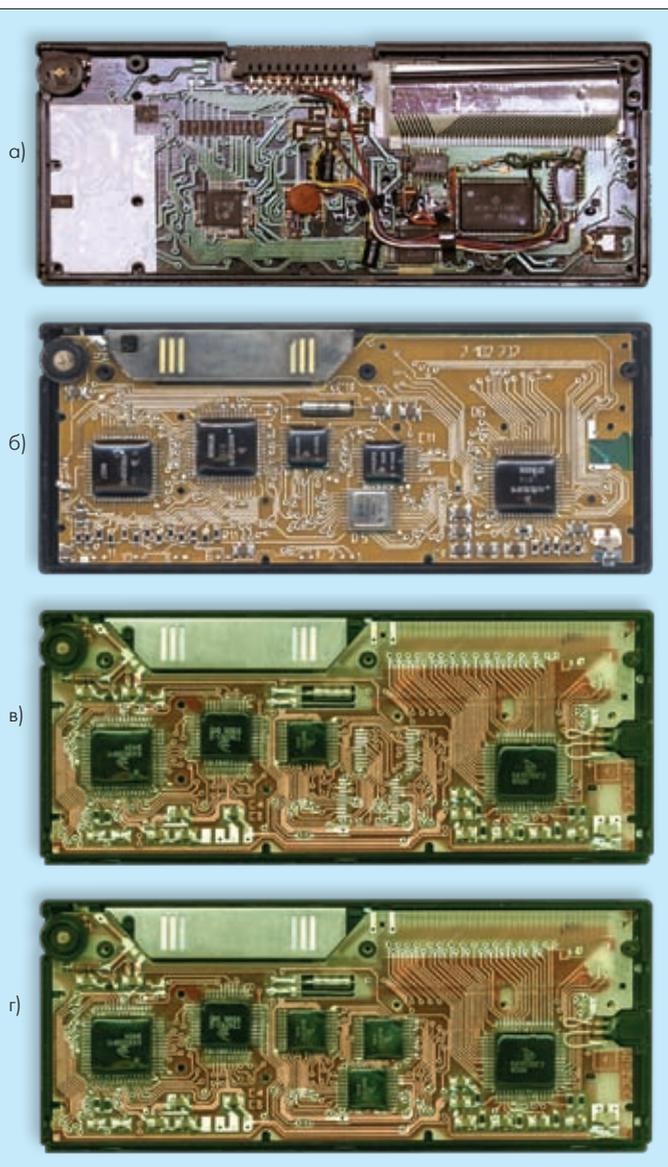


Рис.2. КПК со вскрытыми крышками: FX700P фирмы Casio (а) “Электроника МК-85” вариант 1 (БИС Н1806ВМ2, КН1515ХМ1-015, КН563РЕ1, КН537РУ9, КН1515ХМ1-014) (б), вариант 2 (БИС КА1013ВМ1, Т36РЕ1-2015, КА1013РУ1, КА1013ВГ2) (в) и Электроника 85М (БИС КА1013ВМ1, Т36РЕ1-2015, КА1013РУ1, КА1013ВГ2) (г)

1515ХМ1 на 3000 вентилях, выполненный по той же КМОП-технологии, что и микропроцессор. На основе этих МП и БМК и был построен КПК “Электроника МК-85”.

ВАРИАНТЫ КПК

На первом этапе разработчики использовали микропроцессор Н1806ВМ2 в пластмассовом микрокорпусе. Но это было временное решение. Во-первых, батарейное питание КПК выдвигало свои требования. Пришлось отбирать кристаллы микропроцессора с минимальным потреблением энергии и с увеличенным до 6 В допуском по питающему напряжению. Процессор получил обозначение КА1806ВМ2 (Т243-2*). Во-вторых, в МП Н1806ВМ2 было немало лишних, не нужных МК-85 устройств., но не доставало контроллеров памяти, клавиатуры

*Здесь и далее в скобках приведены временные заводские маркировки БИС, используемых в первых серийно выпускаемых КПК.



Рис.1. КПК моделей Casio FX700P (а) и “Электроника МК-85” (б)

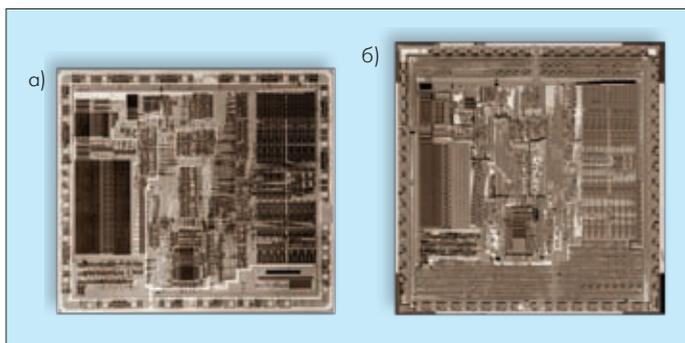


Рис.3. Топологии кристаллов: а) KA1806BM2; б) KA1013BM1 (сверху и снизу зоны ячеек БМК)

туры, ЖКД и др. Эти устройства пришлось сделать на основе БМК с подключением к системной магистрали МПИ процессора. Все устройства размещались на одном кристалле 1515XM1, но не хватало выводов – контроллер ЖКД требовал их много. В результате были созданы две БИС:

- контроллеров ОЗУ, ПЗУ и клавиатуры – КН1515XM1-015 (Т241-2-015);
- контроллера ЖКД – КН1515XM1-014 (Т241-2-014).

В МК-85 были применены также БИС ОЗУ емкостью 2К×8 бит КН557РУ9 (Т244-2) и два ПЗУ емкостью 8К×8 бит каждое КН563РЕ1 (Т242-2). Это был пилотный вариант микрокомпьютера, в серийном производстве не выпускавшийся. Но какое-то число этих МК-85 опытного производства разошлось по потребителям. Упоминания о них встречаются в Интернете. Производил МК-85 завод Ангстрем при НИИТТ.

Второй вариант МК-85 был ориентирован на серийное производство, для чего была разработана специальная БИС на основе микропроцессорного ядра 1806BM2, обрамленного по периферии ячейками БМК 1515XM-1. Появился новый БМК с встроенным микропроцессорным ядром – первое в стране применение популярных ныне IP-блоков. На ячейках БМК собрали недостающие узлы, в частности: контроллер памяти, контроллер клавиатуры, управляемый генератор, сторожевую схему, схему подачи питания, программируемый 15-разрядный порт (для обычного 16-разрядного не хватило одного вывода в корпусе БИС), последовательный порт для подключения контроллера ЖКД и др. В результате получился процессор KA1013BM1 (Т36BM1-2) (рис.3). Были созданы также БИС контроллера ЖКД KA1013BG2 (Т36BG1-2), БИС ОЗУ KA1013PY1 (Т36PY1-2) емкостью 2К×8 бит и ПЗУ KA1013PE1-2 (Т36PE1-2) емкостью 16К×8 бит. На основе этих БИС и были разработаны две модификации КПК – МК-85 и МК-85М. Отличались они только числом БИС ОЗУ, установленных на три посадочных места на плате КПК. В МК-85 устанавливалась одна БИС, объем его ОЗУ составил 2 Кбайт. В МК-85М устанавливались три БИС, объем его ОЗУ был равен 6 Кбайт. Многие потребители сами устанавливали БИС памяти в МК-85, превращая его в МК-85М. Выпуск варианта с меньшим объемом памяти, что многих потребителей вполне удовлетворяло, был обусловлен необходимостью экономии батарейного питания.

В отличие от FX-700P, в МК-85 предусматривалась возможность работы и от внешнего блока питания "Электроника Д2-10К" (рис.4), подключаемого к сети 220 В. Тогда блоки питания, встроенные в вилку сетевого кабеля, были большой редкостью, и "Электроника Д2-10К" поставлялся с КПК.

Предприятия, которым было поручено воспроизводство периферийных устройств, с заданием не справились, и МК-85 остался без периферии. Поэтому имеющийся в КПК программируемый порт для упрощения конструкции руководством предприятия решено было не выводить, что, к сожалению, и сделали.



Рис.4. Внешний блок питания "Электроника Д2-10К"

ХАРАКТЕРИСТИКИ КПК "ЭЛЕКТРОНИКА МК-85"

"Электроника МК-85" – миниатюрный персональный компьютер (ПК), внешне похожий на обычный карманный микрокалькулятор. Он может работать как в режиме калькулятора, так и в режиме компьютера с использованием языка BASIC. Ввод информации и управление "Электроникой МК-85" осуществляются с клавиатуры, состоящей из 54 клавиш, расположенных в двух зонах. В левой зоне располагаются 35 многофункциональных клавиш, предназначенных для ввода в ПК прописных или строчных букв латинского и русского алфавита, математических и специальных знаков, команд и операторов языка BASIC, а также для управления курсором и выбора режима работы как самого ПК, так и его клавиш. В правой зоне находятся 19 одно-, или многофункциональных клавиш для ввода цифр, нескольких букв русского алфавита, выбора нужного файла оперативной памяти, а также для выполнения некоторых функций управления компьютером. Многофункциональность (до семи различных функций) обеспечивают клавиши совмещенных функций S и F, а также клавиши MODE (выбор режима). Выполняемые функции обозначены на самих клавишах, сверху, снизу и справа от них, а также на специальной накладке на клавиатуру.

Использование принципа бегущей строки позволяет записывать в ПК строки длиной до 63 символов. На матричном 12-разрядном ЖКД с регулируемой контрастностью одновременно отображаются до 12 букв, цифр или символов. При помощи клавиш перемещения курсора "←" и "→" можно просмотреть



реть всю строку. В верхней части индикатора на служебной строке индицируются символы, обозначающие режим работы компьютера и число неиспользованных шагов программы. Справа от ЖКД расположена таблица режимов работы компьютера, в которой, в отличие от FX-700P, отсутствует строка режимов работы принтера (единственное отличие во внешнем виде лицевой панели компьютеров). Кроме клавиатуры и дисплея на верхней панели расположен выключатель питания, а в левом торце, в отличие от FX-700P, – разъем для подключения блока питания "Электроника Д2-10К", входящего в комплект поставки МК-85.

МК-85 обрабатывает числа с плавающей запятой, разрядность мантиссы 10, порядка – 4 десятичных знаков. Объем энергонезависимой оперативной памяти у МК-85 – 2 Кбайт, МК-85М – 6 Кбайт обеспечивает возможность реализации программ в 1221 шаг (до 150 строк программы на BASIC) и 5317 шагов (до 450 строк), соответственно. Система счисления для чисел и команд – двоичная. Разрядность чисел и команд – 16 бит. По системе команд КПК совместим с ЭВМ ДВК-1/2, БК-0010, УК-НЦ и "Электроника 60М". Типы команд – безадресные, одно- и двухадресные. Виды адресации – регистровая, косвенно-регистровая, автоинкрементная, косвенно-автоинкрементная, индексная, косвенно-индексная. Число регистров общего назначения – восемь, число каналов передачи информации – один, число команд – 72. Объем адресуемой памяти – 64 Кбайт. Максимальная тактовая частота – 2 МГц. Часть адресного пространства компьютера размером 18 Кбайт распределяется следующим образом: ПЗУ1 – 0...17777, ПЗУ2 – 20000...37777, ОЗУ – 40000...43777. Область ОЗУ 40000...40137 предназначена для хранения изображения, формируемого дисплеем (экранное ОЗУ). По адресам 40140...41471 располагается системная область. ОЗУ пользователя по адресам 41472...43777 позволяет хранить программы длиной 1221 шаг. Для увеличения объема хранимых программ предусмотрена возможность расширения ОЗУ пользователя до адреса 47777 (7365 шагов) и до адреса 77777 (15557 шагов). Для использования этих возможностей предусматривалось применение БИС ОЗУ с более высокой степенью интеграции (по мере их появления), но практически идея не была воплощена в жизнь.

Применение в МК-85 микропроцессора типа VM2 обеспечило высокую точность вычислений, что было подтверждено следующим испытанием. Исходное число последовательно шесть раз возводилось в квадрат, а затем из результата также последовательно шесть раз извлекался квадратный корень. В итоге было получено исходное число. На FX-700P результат существенно отличался от исходного числа.

Для экономии энергии микропроцессор в основном находится в режиме покоя и включается, только когда нужно определить нажатую клавишу или выполнить задачу. Клавиатура была спроектирована так, чтобы минимизировать рабочий

режим микропроцессора и число его выводов, т.е. клавиатура постоянно не сканировалась, как обычно в калькуляторах. Для этого в контроллере клавиатуры была специальная память. Память компьютера энергонезависима, т. е. ее содержание сохраняется при установленных элементах питания, а также в течение 15 мин после их извлечения для замены.

Невысокая потребляемая мощность (до 20 мВт) обеспечивала непрерывную работу КПК "Электроника МК-85" от элементов питания в режимах записи и отладки программ в течение 200 ч, в режиме вычислений – в течение 80 ч. Предусмотренный в конструкции режим с повышенным (в четыре раза) быстродействием значительно увеличивает потребляемую мощность, поэтому его рекомендуется использовать только при внешнем питании.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По указанию А.И.Шокина в МК-85 была реализована та же версия BASIC, что и в FX-700P, хотя тогда уже были и более совершенные его версии. Не удовлетворенные таким ограничением, разработчики дополнили язык операторами более новых версий, связанными с графикой. Эти операторы до сих пор применяются в различных игровых устройствах.

Программно и по клавиатуре МК-85 совместим с ДВК, и именно на ДВК в основном создавались его программы. С этой целью для ДВК был сделан специальный программный эмулятор МК-85, с помощью которого разрабатывались и прошивки ПЗУ (которые на машинном носителе передавались в производство ПЗУ), и рабочие программы пользователей, вводимые в КПК с его клавиатуры.

Поскольку разработка программного обеспечения, создание МК-85 и перевод на русский язык всей документации на FX-700P проводились параллельно, основным требованием к ПО МК-85 было идентичное оригиналу функционирование. Это накладывало ряд ограничений на интерфейс пользователя, состав операторов и внутреннюю структуру интерпретатора языка BASIC. Так, анализ вычислительных особенностей FX-700P привел к разработке для МК-85 64-бит арифметической библиотеки, обрабатывающей числа в формате с плавающей запятой, где старшие 16 бит содержат порядок (13 бит), знак (1 бит) и атрибуты (2 бита) числа, а младшие 48 бит – мантиссу: 12 десятичных цифр в двоично-десятичном виде. Для вычисления элементарных функций была разработана библиотека, реализующая алгоритм "CORDIC" ("цифра-за-цифрой").

Для обычных пользователей были созданы библиотеки рабочих программ, включающие программы решения типовых задач вычислительной математики, экономики, статистики и других областей деятельности человека (рис.5). Библиотеки поставлялись вместе с КПК или отдельно в виде книжек, содержащих тексты, краткие описания и примеры использования BASIC-программ для "Электроники МК-85".

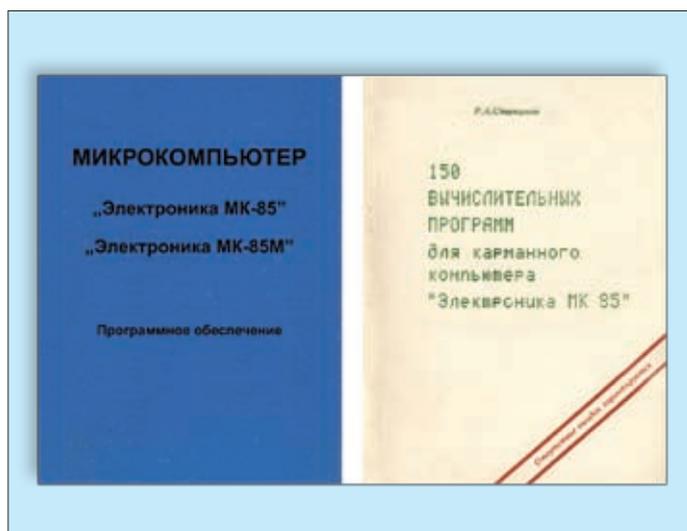


Рис.5. Библиотеки программ

Пользователи и сами разрабатывали, собирали программы и их библиотеки, иногда издавали их**.

По заказу было разработано и поставлялось потребителям более десятка разных вариантов "прошивок" ПЗУ для специальных применений МК-85. Это КПК авиационных штурманов для прокладки курса, артиллеристов для расчета параметров стрельбы, для обучающей системы "Наставник" кафедры психологии МГУ им. М.В.Ломоносова и т.п.

ПРИМЕНЕНИЕ

В начале 1986 года первый отечественный КПК "Электроника МК-85/85М" поступил в продажу в фирменные магазины-салони "Электроника" Минэлектронпрома. МК-85 стоил по тем временам недешево – 145 руб. Для сравнения, первая зарплата молодого инженера составляла от 90 до 130 руб. Но все равно МК-85 сразу сметали с прилавков магазинов "Электроника" в Москве, Ленинграде, Воронеже и других городах.

КПК предназначен для выполнения научных, инженерных, статистических, экономических и иных расчетов с помощью программ, написанных на языке BASIC. В нем микропрограммно реализовано выполнение четырех арифметических операций, вычисление прямых и обратных тригонометрических функций, десятичных и натуральных логарифмов, экспоненциальной функции, квадратного корня, абсолютной величины, определение знака числа, целой и дробной части числа, генерации случайных чисел. В КПК имеется режим самоконтроля компьютера.

МК-85 серийно выпускался заводом "Ангстрем" с 1986 по 2000 год. И все эти годы он был дефицитен. Всего завод выпустил более 150 тыс. разных вариантов МК-85. Было сделано несколько прикладных вариантов МК-85. В частности, уже в ходе реформ, когда появилась масса фальшивых авизо, большим тиражом были выпущены модификации МК-85 для их шифрования, прекратившие поток фальшивых авизо

**Примером может служить книга: Степанов Р. 150 вычислительных программ для карманного компьютера "Электроника МК-85". –М.: НПП "Вектор", 1992 (<http://mk85.narod.ru/Lib/Book/contents.htm>).

и тем самым оказавшие стабилизирующее влияние на экономику страны. Это были портативные шифраторы, реализующие алгоритмы защиты информации "Анкрипт", разработанные компанией "Анкорт", учрежденной в 1990 году Ангстремом. Для МК-85 Анкорт разработал два варианта кодировок ПЗУ, реализующие эти алгоритмы (вместо языка BASIC), а Ангстрем с 1991 года серийно выпускал с ними КПК под именем "Электроника 85Б" (Банковский – для шифровки авизо) и "Электроника МК-85С" (Cripto – для других задач криптозащиты). Они обеспечивали шифрование и расшифровывание текстов объемом до 750 буквенно-цифровых или 1500 цифровых символов. Для шифрования использовались долговременный (10^{100} вариантов) и разовый (10^{10} вариантов) ключи, а также нелинейный алгоритм шифрования высокой сложности. На сайте компании "Анкорт" (<http://www.cryptogsm.ru/about/>) о МК-85С говорится: "На момент производства по своим тактико-техническим и криптографическим свойствам он не имел аналогов в мире. Указанным устройством оснащены многие государственные и коммерческие организации России и организации более чем 50 стран мира".

Архитектура и вычислительная мощность МК-85, единственного в мире в те годы 16-разрядного КПК, соответствовала мощности микро-ЭВМ LSI-11/2, "Электроника НЦ-8001ДМ", "Электроника 60М" или СМ ЭВМ, т.е. КПК имел большой резерв для развития. Это способствовало необыкновенно высокой его популярности. Пользователи покупали МК-85 не только для применения по назначению, но и для построения своих модификаций и систем. Они заменяли ПЗУ КА1013РЕ1, в котором была зашита реализация языка BASIC, на свои прошивки, увеличивали емкость ОЗУ до 32 Кбайт, выводили наружу программируемый порт и таким образом решали свои прикладные задачи.

"ЭЛЕКТРОНИКА МК-95"

Области применения МК-85 были бы еще шире, если бы в нем был установлен разъем имеющегося программируемого порта. Пользователям явно его не хватало. Например, при использовании МК-85Б для шифровки авизо приходилось привлекать многочисленных курьеров для доставки шифров и последующего их ручного ввода в КПК. Неудобства ручного ввода и вывода информации испытывали и другие пользователи. Но в связи с провалом программы создания периферии для МК-85 решено было порт не выводить. Впоследствии разработчики многократно пытались создать вариант с выведенным портом, но всегда находились более срочные дела. Когда был образован Анкорт, в его инженерный состав вошли разработчики МК-85, работавшие в Анкорте по совместительству. Получив положительные результаты применения КПК МК-85С и МК-85Б, руководство Анкорта решило провести его модернизацию с целью максимального использования имеющихся потенциальных возможностей (главный конс-

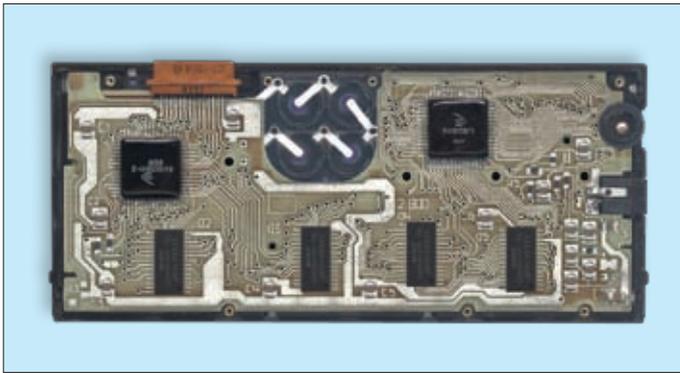


Рис.6. КПК "Электроника МК-95С"

труктор – С.Ермаков, разработчики – Ю.Отрохов, А.Подоров, О.Семичастнов, Б.Кротков и др.). Новый КПК условно (до его официальной регистрации дело не дошло) назвали "Электроника МК-95", не зная сначала, что под этим же названием в минском НПО "Интеграл" также разрабатывается КПК. Мы сохраним в статье это обозначение, но обращаем внимание на то, что московский МК-95 никакого отношения к минскому МК-95 не имеет. У них только судьбы похожие – оба из-за реформ в стране до серийного производства не дошли.

МК-95 имел следующие основные отличия от МК-85:

- программируемый порт, имевшийся в МК-85, был выведен на внешний 15-контактный разъем типа РПС1-15Г;
- увеличенный объем ОЗУ – до 24К×8 бит (три БИС) и ПЗУ – до 32К×8 бит (одна БИС). Сначала применялись импортные БИС в корпусах с выводами на две стороны. В последую-

щем планировался перевод БИС ПЗУ КР563РЕ1 (32К×8 бит) и ОЗУ К537РУ16 (8К×8 бит) в такие же корпуса;

- модифицированные ЖКД и контроллер, обеспечивавшие вывод на экран двух 16-символьных строк. Убрана таблица режимов работы компьютера, располагавшаяся в МК-85 справа от ЖКИ;
- введено несколько дополнительных клавиш клавиатуры КПК;
- КПК дополнен внешним адаптером программируемого порта КПК с последовательным портом типа RS-232 IBM-совместимого ПК и телефонным каналом (модем, 1200 бод). Это позволяло МК-95 автоматически обмениваться информацией либо непосредственно с ПК, либо по телефонной линии с удаленным абонентом, а также удаленному абоненту обмениваться данными с ПК через МК-95 с одновременным шифрованием/расшифрованием информации. Конструктивно адаптер был выполнен в виде небольшого настольного прибора размером 170×115×35 мм с ложементом для установки и бескабельного подключения МК-95, а также с разъемами для кабелей RS-232 и телефонной линии.

В 1995 году разработка "Электроника МК-95" была полностью завершена. Были созданы экспериментальные образцы криптоварианта КПК (МК-95С) (рис.6) и адаптера (рис.7), изготовлена вся необходимая оснастка (массой 4,5 т), а также некоторые компоненты компьютера. Но массовое нашествие импортных ПК в страну и развитие электронной почты изменило планы компании "Анкор". Функции шифрования информации были выполнены программно, и актуальность МК-95 для компании, владеющей авторскими правами на него, пропала. Ангстрем в это время переживал далеко не лучшие времена. Средств на приобретение прав на производство нового изделия завод не нашел, хотя МК-85 выпускался еще более пяти лет, а его замена на МК-95 очевидно привела бы к росту спроса. В результате карманный персональный компьютер "Электроника МК-95" погиб, как и многое иное в те тяжелые времена.

КПК "Электроника МК-85", несмотря на прекращение его выпуска в 2000 году, популярен и сейчас. До сих пор в "Ангстрем" поступают запросы на его поставку. О нем и его применениях в Интернете представлен огромный объем информации (не всегда объективной), имеются и специальные сайты, и не только в России, например www.mk85.narod.ru (РФ), www.mk85.republika.pl (Польша) и др. Все это – свидетельство удачного исполнения карманного персонального компьютера "Электроника МК-85".

Автор благодарен разработчикам МК-85/85М и МК-95 – Отрохову Ю.Л., Ермакову С.В., Подорову А.Н., Семичастнову О.Л., Минкину Л.К., Гладкову В.В. и генеральному директору компании "Анкор" Клепову А.В. за помощь в подготовке настоящей статьи.

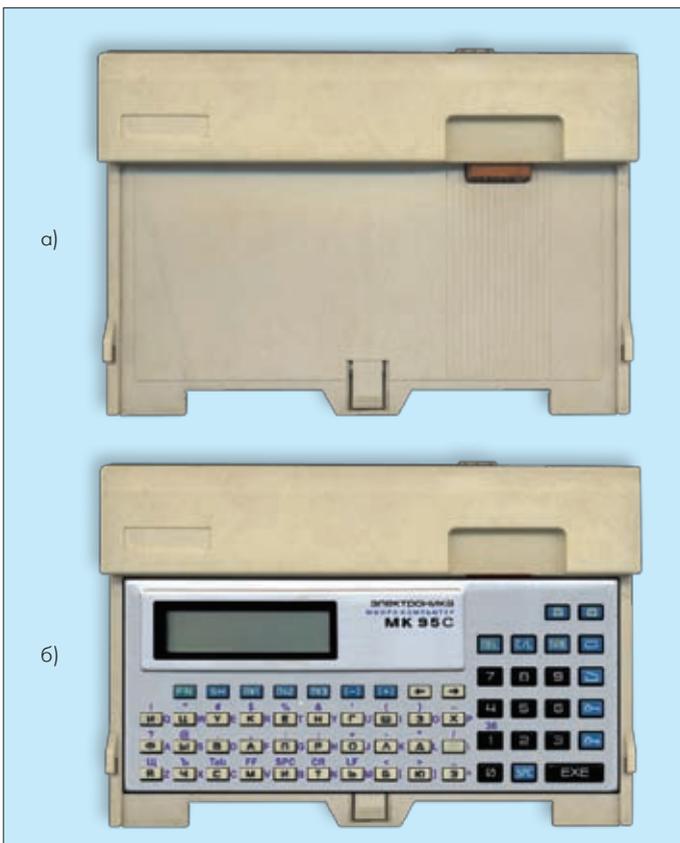


Рис.7. Внешний вид адаптера программируемого порта МК-95 (а) и адаптера с установленным МК-95С (б)