Массовый телефон для российских потребителей

С. Будаков, А. Бернов,
П. Верник, И. Шахнович

Специалисты отделения компьютерных средств связи и управления АО "Золотой Шар" работают в области телефонии более четырех лет. Спектр разрабатываемых и производимых ими устройств весьма широк: от многоканальных специализированных компьютерных систем с многоразрядной обработкой сигнала телефонной линии до телефонных аппаратов, рассчитанных на массового потребителя. В предлагаемой вашему вниманию статье рассказывается о том, как была организована работа по созданию и внедрению в производство многофункционального телефонного аппарата. Авторы статьи ставили перед собой две цели: во-первых, продемонстрировать подход к решению задач такого рода и, во-вторых, проинформировать о технической реализации малопотребляющих систем распознавания многочастотных сигналов в условиях сильной зашумленности.

Еще совсем недавно политическая и экономическая ситуация в России была такова, что мало кто решался серьезно заниматься производственно-исследовательскими проектами. Хотя и сегодня пока рано говорить о стабилизации, положение в этой области все-таки меняется к лучшему. Во всяком случае, проекты, коммерческая отдача от которых ожидается не позднее, чем через один—два года, как правило, находят своих инвесторов, особенно если они связаны с наиболее динамично развивающимися отраслями российской экономики.

Одной из таких отраслей, несомненно, являются связь и телекоммуникации. Идя в русле процессов, происходящих на мировом рынке телекоммуникаций, Россия, по общему признанию, представляет собой один из перспективнейших его секторов. Уже сейчас в стране существует более 20 млн. абонентских линий, а к 2005 году их число увеличится до 50—55 млн. Основываясь на этих цифрах, можно оценить сегодняшнюю потребность в оконечно пользовательском телефонном оборудовании в 7—9 млн. с перспективой роста до 16—20 млн. к 2005 году. Столь емкий рынок, безусловно, весьма привлекателен для производителя. Вот почему АО "Золотой Шар" поставило перед собой задачу разработать и организовать производство конкурентоспособных на отечественном рынке многофункциональных телефонных аппаратов, которые пользовались бы действительно массовым спросом.

Чтобы сформулировать требования к многофункциональному, предназначенному для российского потребителя телефону (МФТ) , отдел перспективных маркетинговых исследований АО "Золотой Шар" провел многофакторный оптимизационный анализ рынка потребительского телефонного оборудования, о результатах которого мы хотели бы коротко рассказать.

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКА

Исследования рынка проводились в различных регионах СНГ среди возможных потребителей телефонного оборудования, принадлежащих к различным социальным и профессиональным группам и затрагивали следующие основные вопросы:

— анализ структуры рынка телефонных аппаратов (ТА);

— анализ структуры контингента потенциальных потребителей ТА, его дифференциация по параметрам потребительского спроса, выявление мотивационных механизмов;

— анализ рыночных предпосылок для создания конкурентоспособного производства МФТ отечественными производителями.

Прежде всего анализировалось **процентное соотношение ТА на рынке** в зависимости от их сложности, фирмы-производителя и отпускной цены. Краткие результаты анализа представлены в табл.1 и 2. К категории сложных ТА были отнесены многофункциональные телефонные аппараты и телефонные аппараты с дополнительными функциональными возможностями. Устройства, сочетающие в себе возможности ТА и радиоудлинителя, факсимильного аппарата, автоответчика, мобильные телефоны и т.п., в рамках данного исследования не рассматривались.

Из таблиц видно, что сложные телефоны в основном выпускают крупные фирмы таких развитых стран, как Германия, Япония, США и др. ("фирменные" ТА) или изготовители из стран Юго-Восточной Азии, чьи торговые марки малоизвестны массовому покупателю. Соответственно, эти ТА имеют либо высокую цену, либо

Таблица 1

Процентное распределение ТА на рынке в зависимости от производителя в различных классах сложности

Вид ТА	«Фирменные» ТА	Отечественные ТА*	ТА Ю-В. производства
Сложные ТА	84	5	11
Простые ТА с кнопочным номеронабирателем	34	21	45
ТА с дисковым номеронабирателем	2	98	0

*Среди них не менее 3% — МФТ с АОН непромышленного производства

гарантированно низкое качество. Многофункциональные же телефонные аппараты приемлемого качества по цене не более 50 долл. на рынке практически не представлены. На рынке простых ТА значительная доля принадлежит "фирменным" ТА высокой стоимости и качества. Но основная масса таких изделий производится в странах Юго-Восточной Азии, причем, в отличие от сложных ТА, качество простых изделий у этих производителей вполне приемлемо, особенно если учесть их низкую стоимость. ТА с дисковыми номеронабирателями в настоящее время производятся практически только отечественными производителями. Они имеют свой специфический контингент потребителей, внимание которых постепенно переключается на другие типы телефонов.

Анализ контингента потенциальных потребителей выявил следующие основные группы в зависимости от выдвигаемых ими требований и мотивации выбора того или иного типа ТА. **К первой группе** относятся потребители максимально простых ТА, стремящиеся приобрести аппарат, наименее сложный в обращении. Их побудительные мотивы: консерватизм; нежелание разбираться с правилами эксплуатации сложной техники; отсутствие осознаваемой потребности в дополнительных функциях. **Во вторую группу** входят потребители, стремящиеся приобретать функционально насыщенные ТА. Серьезным ограничением для данной группы потребителей является продажная цена изделий. **К третьей группе** принадлежат потребители максимально дешевых ТА, ограничением для увеличения численности которой является качество изделия. Поскольку корреляция между качеством и ценой весьма высока, а продолжительность эксплуатации изделий низкого качества невелика, для последней группы характерны частые покупки и быстрая смена контингента в связи с пониманием нерентабельности приобретения некачественных товаров. В каждой группе потребителей выявлялась **значимость для потребителя различных функций**, реализуемых современными телефонными аппаратами (табл. 3 и 4).

Как выяснилось, результаты исследований в третьей группе для одной части опрошенных практически совпадают с результатами в первой (18%), а для другой части — с результатами во второй. На основании этого нетрудно сделать вывод, что отнесенные к третьей группе потребители — потенциальный контингент двух других групп. Дополнительно выяснялось, что представители первой группы считают простым телефоном. Более 50% опрошенных к простому отнесли ТА с кнопочным номеронабирателем и возможность повторного набора последнего набранного номера. При аналогичном исследовании, проводившемся тремя годами ранее, ТА данной сложности отнесли к простому лишь 13%. Как видим, потребовалось совсем немного времени, чтобы под понятия "простой", "привычный", "консервативный" подпали те ТА, которые два—три года назад считались новыми и сложными. Не вызывает сомнения, что этот процесс будет ускоряться, и совсем скоро привычными и необходимыми будут считаться те функции ТА, которые сейчас рассматриваются как необязательные, ненужные, сложные.

Существенным оказался **вопрос о типе источника питания ТА**. Как показало исследование, 93% потребителей вообще не задаются подобным вопросом. Среди считавших этот вопрос значимым 30% полагали, что питание от электросети недопустимо, еще 40% — крайне нежелательно. Однако после простейшего объяснения на уровне "что такое источник питания в телефоне" данный вопрос назвали важным 80% опрошенных. Причем процентное распределение потребителей в зависимости от отношения к сетевому источнику питания не изменилось. Такое отношение потребителей к сетевому питанию обусловлено:

— неудобством эксплуатации ТА, "привязанного" не только к телефонной, но и к электрической розетке;

— соображениями электро- и пожаробезопасности;

— регулярными и спорадическими перебоями с подачей электроэнергии, особенно в тех странах СНГ и отдельных регионах России, где наиболее остро проявляется энергетический кризис.

Отдельно ставился вопрос о том, какую **цену** представители первой и второй групп **считают приемлемой** для удовлетворяющего их потреб-

Таблица 2

Средняя рыночная цена (долл.) на ТА в зависимости от производителя в различных классах сложности

Вид ТА	«Фирменные» ТА	Отечественные ТА	ТА Ю-В. производства
Сложные ТА	более 55	40—60	10—25
Простые ТА с кнопочным номеронабирателем	20—40	10—20	3—10
ТА с дисковым номеронабирателем	20	12—18	—

Таблица 3

Значимость наиболее часто употребляемых функций ТА для потребителей группы 1, %

Функция	Обязательно	Желательно
Автоматическое дозванивание	5	17
Автоматическое определение номера	1	11
Память номеров для быстрого набора	10	21
Память определившихся номеров	1	10
Громкоговорящая связь	3	9
Индикация времени разговора	8	13
Электронное удержание трубки (hold)	0.5	2
Встроенные часы	7	6
Память исходящих номеров	0	0

ности ТА (табл. 5). Выяснилось, что желаемая цена лежит в пределах 40 долл., при более высокой цене телефон воспринимается как "дорогой" с соответствующим скачкообразным падением спроса.

На основе опроса были сделаны следующие краткие выводы:

— не менее 40% потенциальных потребителей хотят иметь телефон с дополнительными функциональными возможностями, (автоматическое дозванивание до абонента и определение номеров звонящих абонентов; хранение в памяти часто используемых номеров с возможностью их упрощенного набора в линию, номеров позвонивших абонентов; времени входящих звонков; фиксация времени телефонного разговора);

— потребители предпочитают независимый от электросети источник питания;

— отпускная цена массового ТА не должна превышать 40 долл;

— процент потребителей более сложных ТА, несомненно, будет увеличиваться за счет массовости и, следовательно, стандартизации "новых" функций;

— необходима постоянная работа изготовителей над упрощением правил эксплуатации изделий.

Таблица 4

Значимость наиболее часто употребляемых функций ТА для потребителей группы 2

Функция	Обязательно	Желательно
Автоматическое дозванивание	84	16
Автоматическое определение номера	46	21
Память номеров для быстрого набора	63	25
Память определившихся номеров	40	18
Громкоговорящая связь	12	59
Индикация времени разговора	12	26
Электронное удержание трубки (hold)	10	34
Встроенные часы	15	64
Память исходящих номеров	9	28

Таблица 5

Оптимальная стоимость телефона в зависимости от сложности для потребителей 1 и 2 групп

% опрошенных	Диапазон цен, долл.				
	<10	10—30	30—45	45—60	>60
сложные ТА	0	23	39	26	12
простые ТА	15	44	30	11	0

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ИЗГОТОВИТЕЛЯ ТА

Из сказанного следует, что на российском рынке существует устойчиво растущий спрос как на простейшие ТА, так и на ТА с дополнительными функциональными возможностями. Однако потребности рынка в простейших ТА на 80% удовлетворяются продукцией производителей из стран Юго-Восточной Азии. Конкурировать с ними в этой области (особенно в вопросах цен) чрезвычайно сложно, что подтверждает и опыт производителей из экономически развитых стран. Причины этого вполне понятны. По темпам роста числа абонентских линий данный регион (главным образом благодаря Китаю) занимает лидирующее место в мире (40—50% в год в течение последних пяти лет против 15—20% в период наиболее бурного развития телекоммуникаций в США, Германии или Японии). Пополнение числа пользователей идет за счет неподготовленных людей, порой только осваивающих само понятие "телефон". Вот почему местные изготовители ориентированы прежде всего на удовлетворение весьма значительного (не менее 50 млн. шт. в год) спроса на простейшие ТА.

Совсем иная ситуация на рынке сложных ТА. Здесь представлены аппараты либо "дорогие", либо низкого качества. Совершенно особое место занимают МФТ, реализующие функцию автоматического определения номера звонящего абонента (АОН), которые производятся только отечественными изготовителями, причем мелкосерийно, а зачастую и кустарно. И это при постоянно растущем спросе на телефоны, обладающие данной функцией!

Основываясь на изложенных фактах, можно сделать вывод, что производитель МФТ надлежащего качества и приемлемой стоимости имеет высокую вероятность коммерческого успеха.

В результате проведенных исследований сложилась **концепция массового МФТ**, основные требования к которому сформулированы следующим образом:

— наличие, кроме простейших телефонных, таких функций, как автоматическое дозванивание до заданного абонента, автоматическое определение номера звонящего абонента, память входящих и исходящих номеров объемом 10 — 15 номеров;

— возможность работы на телефонных линиях с блокираторами и параллельными телефонными устройствами;

— жидкокристаллический индикатор емкостью не менее восьми знаков;

— электрическое питание от телефонной линии либо от автономного источника питания (аккумулятор, гальваническая батарея), либо комбинация первых двух способов;

— себестоимость изделия (в зависимости от типа корпуса) не должна превышать 15—30 долл.;

— высокая надежность аппарата;

— возможность использовать изделие как базовое при необходимости расширить набор его функций, создать семейство усложняющихся изделий;

— защищенность изделия от несанкционированного копирования и производства.

Последнее требование существенно не только потому, что несанкционированное ("пиратское") производство наносит прямой ущерб производителю, отбирая у него покупателей. Едва ли не больший вред приносит низкое качество таких изделий, реализуемых, как правило, по упрощенной технологии, имеющей значительно

меньшую себестоимость, а следовательно, и цену. В итоге на рынке появляются внешне почти неразличимые изделия с принципиально разным уровнем качества и ценой. Очевидно, что более дешевое изделие будет иметь лучший сбыт. Однако по прошествии некоторого времени за ним закрепится репутация некачественного товара, которая автоматически распространится и на оригинальное изделие. Меры против такого "пиратства" следует принимать на самых ранних стадиях разработки.

Все перечисленные требования обладают технической спецификой, которая диктует ряд условий и ограничений при выборе элементной базы, возможных схемотехнических и программных решений.

ОСОБЕННОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕЛЕФОННЫХ ЛИНИЙ

Многочисленные технические проблемы, сопутствующие разработке МФТ, обусловлены требованием его работоспособности при подключении ко всем существующим в СНГ абонентским линиям. Имея за плечами солидный опыт работы на рынке МФТ, мы можем с уверенностью утверждать: если разрабатывать ТА только исходя из требований ГОСТа, то найдется немало АТС, в которых аппарат либо вообще не будет работать, либо не сможет выполнять все объявленные функции. Назовем лишь несколько наиболее ярких примеров некорректных ситуаций на линиях, часто встречавшихся в нашей практике.

Распознавание сигналов АТС "ответ станции", "занято" и "контроль посылки вызова" используется в МФТ в режимах автодозванивания и автоподнятия (режим имитации сигнала "контроль посылки вызова" после определения номера). По ГОСТу уровень этих сигналов должен лежать в пределах от -5 до -30 дБ, а частота — 42525 Гц (400—450 Гц). На практике же частота сигналов колеблется от 400 до 600 Гц, а сами сигналы могут кратковременно прерываться или подавляться помехами. Более того, с соседних абонентских линий на них часто наводятся сигналы "ответ станции", "занято" и "контроль посылки вызова" с амплитудой, превышающей -20 дБ. В технических требованиях к МФТ есть противоречие, на первый взгляд, вооб—ще делающее невозможным его работу на некоторых абонентских линиях: сигналы "ответ станции", "занято" и "контроль посылки вызова" должны распознаваться с уровнем -30 дБ при наличии однотипной помехи с уровнем -20 дБ!

Не лучше обстоит дело и с распознаванием многочастотного беспаузного кода "два из шести" (МПК) — посылка определившегося номера звонящего абонента. Для детального исследования возможности безошибочно распознавать МПК мы использовали специально разработанный нами измерительный стенд, способный осуществлять 12-разрядную обработку сигналов в линии. Размеры журнальной статьи не позволяют подробно описать результаты исследования. Поэтому обращаем внимание читателей лишь на один, но весьма примечательный факт: по стандарту длительность выдачи одной кодовой комбинации (цифры номера) должна лежать в пределах от 27 до 45 мс, на самом же деле она колеблется в пределах от 0 до 83 мс!

Работа МФТ с параллельным ТА ставит ряд новых проблем. Распознавание посылки вызова на различных абонентских линиях осложнено тем, что амплитуда данного сигнала находится в пределах от 40 до 250 В, в то время как индуктивные выбросы при наборе номера на параллельном ТА могут достигать 120 В. А ведь требование отличать сигнал посылки вызова обязательно для МФТ.

Серьезные сложности возникают и при работе МФТ в абонентской линии с блокиратором. В разомкнутом состоянии абонентской линии на телефон поступает напряжение 40—60 В с частотой 1 или 50 Гц, что усложняет распознавание посылки вызова и делает крайне проблематичным питание ТА от телефонной линии.

Примеров некорректных ситуаций на линиях можно привести множество. Но и тех, о которых мы упомянули, вполне достаточно, чтобы понять: без учета специфики отечественных телефонных линий и оконечного телефонного оборудования невозможно создать телефонный аппарат, который стал бы действительно массовым на рынке

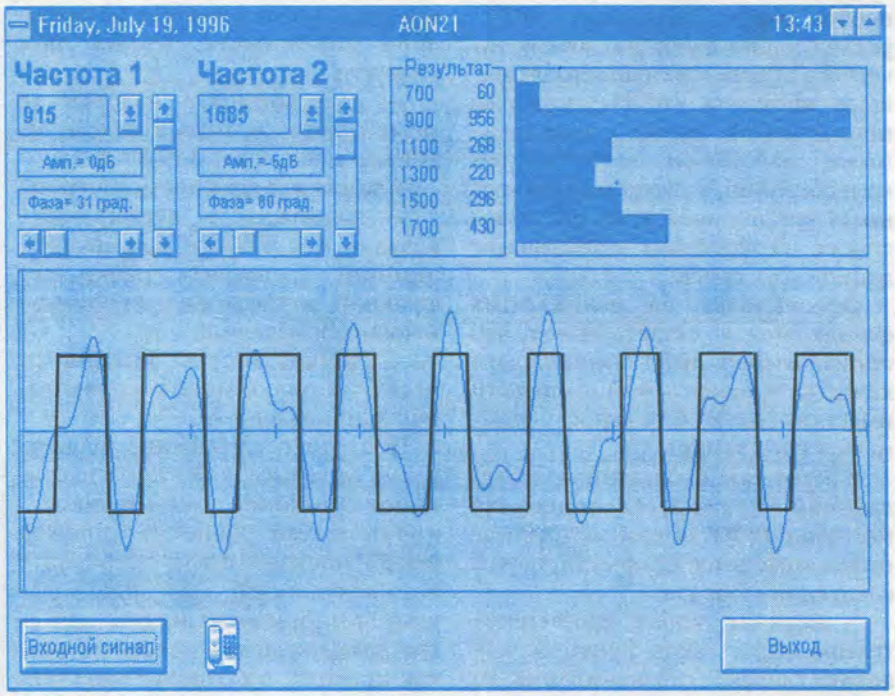

Рис.1. Один из сеансов работы с моделирующей программой

СНГ. Основная сложность в том, что выявить эту специфику можно только в результате длительного анализа большого числа телефонных линий с использованием специальной аппаратуры. Лишь после того, как эта работа была проведена, стало возможным сформулировать **требования к создаваемому МФТ**. При этом основное внимание уделялось обеспечению корректной работы изделия при подключении к любой телефонной линии и с блокираторами любого типа, удобству и простоте в обращении, легкости освоения изделия пользователем, технологичности серийного производства, его контролепригодности как в процессе производства, так и при эксплуатации.

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ СИГНАЛОВ ТЕЛЕФОННОЙ ЛИНИИ

Для определения требований к ядру МФТ — однокристальной микро ЭВМ (ОЭВМ) — была разработана программа — **модель обработки сигналов, поступающих на вход МФТ**.

На первом этапе с помощью этой программы оптимизировались параметры алгоритма распознавания многочастотного беспаузного кода "два из шести" (МПК), применяемого в отечественной аппаратуре АОН. Особое внимание уделялось работе в условиях предельно возможных сдвигов частот и фаз каждого из двух сигналов, входящих в состав МПК, на фоне аддитивных шумов в телефонной линии. **На втором этапе** разрабатывались способы модификации ядра алгоритма для определения линейных сигналов станционного оборудования: "ответ станции", "контроль посылки вызова", "занято", "занято—перегрузка". При этом ставилась задача минимальных изменений в процедурах и подпрограммах основного алгоритма. **На третьем этапе** определялись требования к ОЭВМ с точки зрения аппаратных возможностей, системы команд и быстродействия в момент работы АОН.

При отработке алгоритма для определения МПК большое внимание уделялось работе в условиях ограниченности разрядной сетки ОЭВМ (8 бит), а также предельной минимизации объема ПЗУ, необходимого для реализации алгоритма, поскольку известно, что дешевые ОЭВМ имеют разрядность шины данных 4...8 бит и небольшое ПЗУ (1...4 кБ).

Результат работы моделирующей программы для одного из возможных входных воздействий показан на рис.1. В левом верхнем углу приведены исходные данные, синим цветом обозначен входной сигнал, черным — сигнал с выхода компаратора. В верхнем правом углу отражены результаты моделирования (длительностью 10 мс) в виде гистограммы и в численном виде по выходам цифровых фильтров.

При работе с моделью было обнаружено явно неоптимальное распределение частот МПК, поскольку для хорошего декодирования необходимы фильтры с разной добротностью (т.е. с равными полосами пропускания), особенно для частот 1300, 1500, 1700 Гц. Реализовать фильтры с разной добротностью в пределах одинакового окна наблюдения можно с применением взвешивающих функций, индивидуальных для каждого фильтра, что повлечет увеличение объема ПЗУ. В этом случае окно подбиралось таким образом, чтобы обеспечить некую "среднюю" добротность фильтров. Окно в 10 мс оптимально для фильтров 1100, 1300 Гц. Для фильтров 1500, 1700 Гц добротность получилась ниже оптимальной, а для частот 700, 900 Гц — выше. Технически более корректно было бы распределение частот МПК по логарифмическому закону.

Всесторонняя обработка результатов моделирования позволила сформулировать следующие требования к ОЭВМ:

— быстродействие порядка 500000...1 000 000 оп/сек (регистр—регистр);

— разрядность шины данных — не менее 8 бит;

— возможность эффективного управления мощностью (поскольку при быстродействии 1 млн. оп/с ток потребления составит 10...30 мА);

— арифметика с плавающей запятой и команды умножения/деления не требуются;

— возможность работы при питающем напряжении от 3 до 6 В.

ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ

Анализ возможности применения различных типов элементной базы проводился с учетом требований по минимизации себестоимости изделия, обеспечения его технологичности и надежности. При проработке схемотехнического построения МФТ рассмотрены 15 вариантов. Все они обеспечивали следующий минимальный набор функциональных возможностей:

— автоматическое определение номера звонящего абонента;

— автоматический дозвон до занятого абонента, в том числе при междугородных звонках;

— сохранение в памяти не менее 10 входящих звонков с фиксацией времени звонка и категории абонента;

— "записная книжка" не менее чем на 10 телефонных номеров;

— возможность установки числа звонков перед "автоподнятием", а также отключения "автоподнятия";

— питание от телефонной линии с возможностью подключения резервного питания от батарей (для работы со спаренными ТА).

Все варианты схемотехнического построения оценивались по следующим критериям:

— цена (по комплектующим элементам и ориентировочной площади печатной платы);

— функциональные возможности (в дополнение к обязательным);

— степень доступности элементной базы и средств разработки для ОЭВМ;

— возможность наращивания функциональных возможностей с сохранением ядра системы.

Главное внимание уделялось соотношению "*цена/функциональные возможности*" как определяющему ведущие характеристики МФТ.

В числе основных узлов для построения МФТ следует назвать:

— линейную часть, включающую разговорную схему и схему сопряжения с телефонной линией;

Таблица 6

Сравнительные характеристики рассмотренных ОЭВМ

Тип	ПЗУ	ОЗУ	Корпус	Периферия	Частота	Питание	Примеч.
16C57	2Kx12	80x8	DIP 28	1T/C,WDT	0..4MHz	3-6V	No Int
6C64	2Kx12	128x8	40|3T/C	DIP,WDT, PWM	12C0-20MHz	3-6V	
16C74	4Kx14	192x8	DIP 40	3T/C,WDT, PWM,I2C, ADC	0-20MHz	3-6V	
80C31	—	128x8	DIP 40	2T/C,UART	3-12MHz	5V	
80CL31	—	128x8	DIP 40	2T/C,UART	0-12MHz	1,8-6V	
83CL31	4K ROM	128x8	DIP 40	2T/C,UART	0-2MHz	1,8-6V	
80CL580	—	256x8	DIP 56	3T/C,WDT, ADC, PWM, I2C	0-2MHz	2,5-6V	
84CL580	6K ROM	256x8	DIP 56	3T/C,WDT, ADC, PWM,I2C	0-2MHz	2,5-6V	
84C633A	6K ROM	256x8	SOIC68	3T/C,64Segm LCD Drive	0-6MHz	2,5-6V	
PSB8650	12Kx8 ROM 512x8 EEPROM	256x8	SOIC80 LCD drive 4rowx 32col DTMF,TONE generator Ring detector,I2C Ana-log Port	2T/C,Keyport 7x7	0-8MHz	2,0-6V	
68HC705	2Kx8	128x8	DIP 28	1T/C,Serial ADC	0-2MHz	3-5V	
Z86E08	2Kx8	124x8	DIP 18	2T/C,WDT,2comparators	0-12MHz	4,5-5,5V	3-5V SL1866
Z86E30	4Kx8	254x8	DIP 28	2T/C,WDT,2comparators	0-12MHz	4,5-5,5V	3-5V SL1866

Примечания: T/C — таймер/счетчик; WDT — «watch-dog» таймер; WPM — ЦАП, по принципу ШИМ; I2C — аппаратная поддержка протокола I2C; ADC — АЦП; UART— универсальный последовательный порт

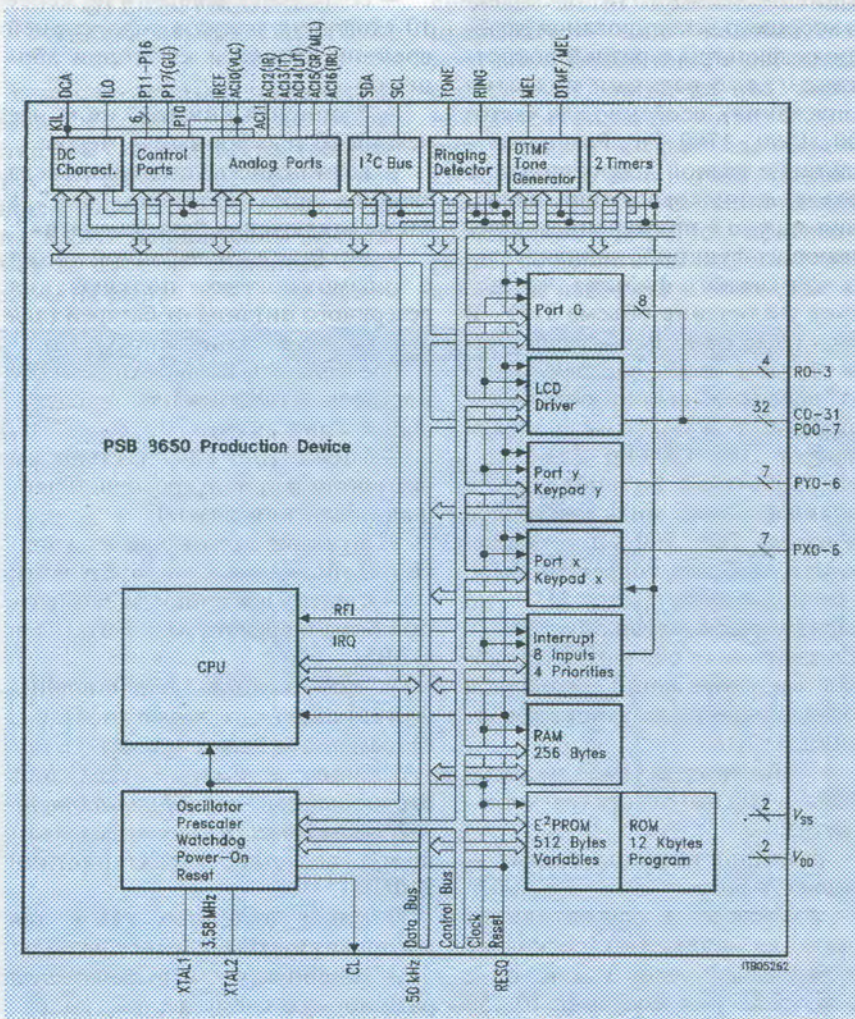

Рис.2. Структурная схема ИМС PSB8650

— ОЭВМ с обрамлением: частотозадающие элементы, схема сброса, селекторы адресов, ПЗУ, ОЗУ (последние три — при необходимости);

— индикатор со схемами управления (учитывая специфику задачи — только ЖКИ);

— органы управления.

В линейную часть МФТ сегодня трудно внести какие-либо кардинальные изменения. Чтобы убедиться в этом, достаточно заглянуть в [1]. Нами рассматривались два варианта построения — на дискретных компонентах и с использованием ИМС ЭКР1436ХА1 (TEA1068). С точки зрения простоты сборки, регулировки, обеспечения заданных параметров и простоты стыковки с ОЭВМ наиболее перспективен второй вариант. Однако по причинам, которые будут рассмотрены позже, в данном МФТ использовались дискретные компоненты. Нельзя не упомянуть и о применении для декодирования МПК ИМС DN-01[2]. Но так как она пока серийно не выпускается, этот вариант глубоко не прорабатывался.

Наибольшие трудности вызвал выбор ОЭВМ. Учитывая ограничения, о которых упоминалось ранее, рассматривались только следующие ОЭВМ: PIC 16C57 (Microchip); PIC 16C64 (Microchip); PIC

16C74 (Microchip); KP1830BE31, 80C31 (Intel); 80CL31 (Philips); PCF80CL580 (Philips); PCF84C633A (Philips); PSB8650 (Siemens); MC68HC705 (Motorola); Z86E08/ Z86E08SL1866 (Zilog); Z86E30 (Zilog). В табл. 6 приведены основные характеристики перечисленных ОЭВМ.

Из приведенных в табл.6 данных видно, что все рассмотренные ОЭВМ достаточно близки по своим характеристикам, за исключением **PSB8650** (рис. 2). Она разработана фирмой Siemens для применения в ... высокого класса сложности и ...зволяет сконструировать МФТ с широкими возможностями по предельно простой схеме. В числе особенностей схемы следует отметить размещение на кристалле следующих аппаратно поддерживающих функционирование МФТ узлов: детектор вызывного сигнала, DTMF генератор, драйвер ЖКИ (поддерживает до 128 сегментов), специальный порт клавиатуры 7x7, аналоговый порт, EEPROM 512 байт, драйвер шины I2C. Учитывая, что для работы в паре с PSB8650 была создана ИМС линейной части PSB4651 [3], содержащая все необходимые для телефона узлы, в том числе источник питания для громкоговорящей связи и ОЭВМ, аппаратная часть МФТ сводится к 2 ...ИС с широкими возможностями ...ширения при использовании протокола I2C [4] (рис.3). ОЭВМ PSB8650 имеет ядро широко известного контроллера фирмы Intel MCS-51 (KP1830BE31, 80C31). Поэтому проектирование не представляет особых трудностей. Кроме того, смещение акцентов в сторону разработки программного обеспечения облегчит и ускорит проектирование устройства в целом. Применение PSB8650 очень перспективно, особенно для крупносерийного производства. К сожалению, реализовать МФТ на этой элементной базе пока не представляется возможным, поскольку серийного выпуска этих БИС фирма Siemens не осуществляет, а вариант с EEPROM слишком дорог для производства даже малой серии.

ИМС 84C633A интересна тем, что одна из немногих имеет интегрированный на кристалле драйвер ЖКИ и может работать при низких питающих напряжениях. На этом, пожалуй, ее достоинства заканчиваются. А вот недостатки весьма серьезны: исполнение только с масочным ПЗУ, ядро устаревшего типа MCS-48 (ОЭВМ типа MCS-48 сняты с производства фирмой Intel в 1994 году). 64-сегментный ЖКИ, вообще говоря, маловат для применения в МФТ с АОН.

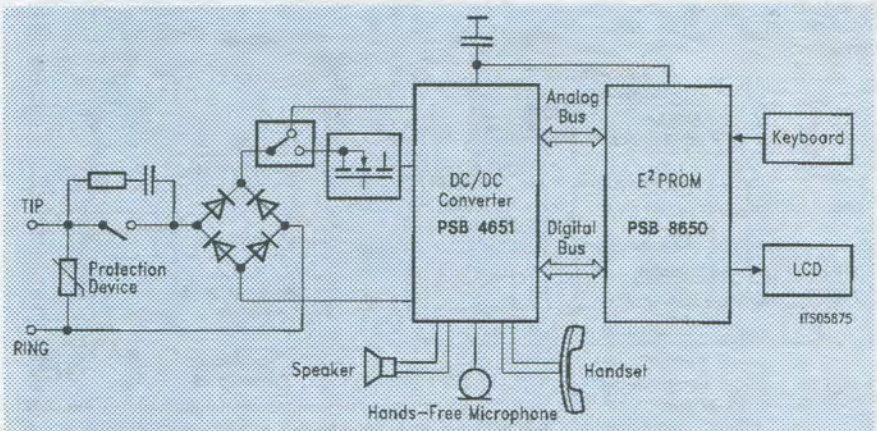

Рис.3. Структурная схема МФТ на базе PSB8650

При анализе группы ОЭВМ семейства MCS-51, оптимизированных для работы при низких питающих напряжениях (80CL31, 87CL31, 80CL580, 84CL580), варианты без встроенного ПЗУ (80CL31, 80CL5800) были исключены почти сразу ввиду незащищенности программы от несанкционированного копирования, а также из-за необходимости применения дополнительных ИМС [7] (БИС ОЗУ, БИС ПЗУ, адресный регистр), не являющихся функционально необходимыми для МФТ.

На рис.4. приведен один из вариантов построения МФТ на базе ОЭВМ семейства MCS-51 (без эле-

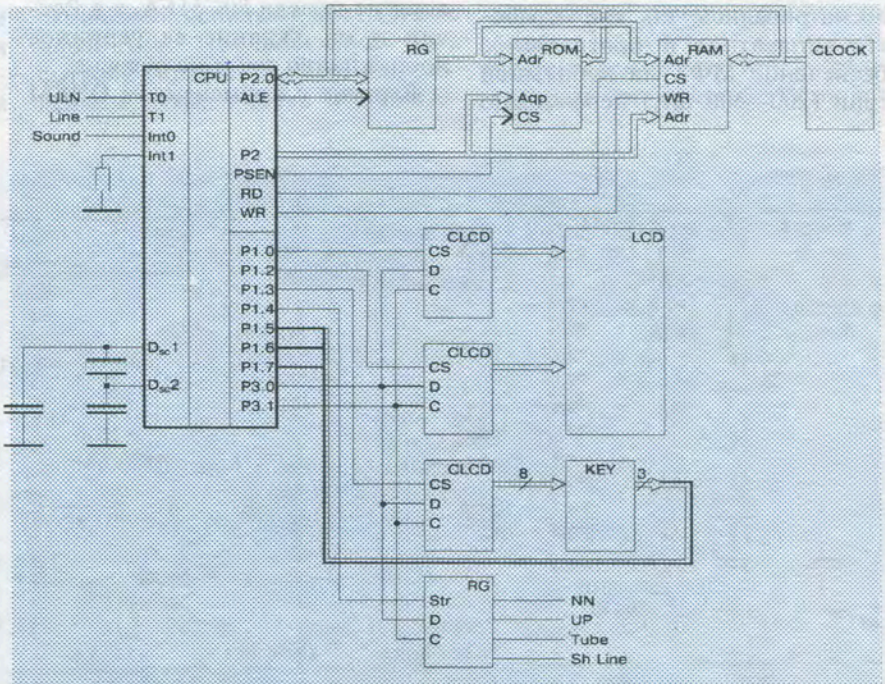

Рис.4. Структурная схема построения МФТ на базе i80CL31

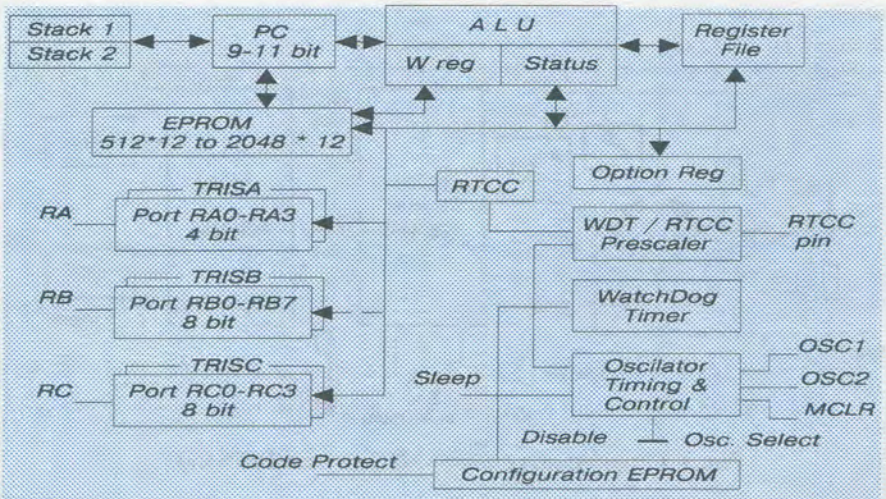

Рис.5. Структура кристаллов PIC16C5X

ментов, относящихся к линейной части). Из рисунка видно, что для построения только цифровой части необходимы восемь цифровых ИМС, три из которых обеспечивают функционирование собственно ОЭВМ (буферный регистр, БИС ПЗУ, БИС ОЗУ). Две из оставшихся пяти ИМС работают в качестве расширителей портов ввода/вывода, поскольку для полноценной работы МФТ не хватает выводов портов (18 выводов ОЭВМ заняты обслуживанием ОЗУ и ПЗУ). Встроенные ПЗУ (83CL31, 84CL580) не рассматривались, так как отработать аппаратное и программное обеспечение МФТ на небольшой серии (200—500 шт.) невозможно ввиду масочного исполнения ПЗУ.

Построение на **KP1830BE31, 80C31** имеет такие же недостатки, как и при использовании 80CL31, плюс невозможность работы при низких питающих напряжениях — 3В. Это сводит на нет их основное преимущество — относительную дешевизну и массовость применения в России. Применение 87C51 наталкивается на проблему комплектации: за рубежом эта модификация в ближайшее время будет заменена на более продвинутые и, соответственно, более дорогие модели 80C51FA, а в России и на Украине ее серийное производство так и не освоено.

Вариант с применением ОЭВМ

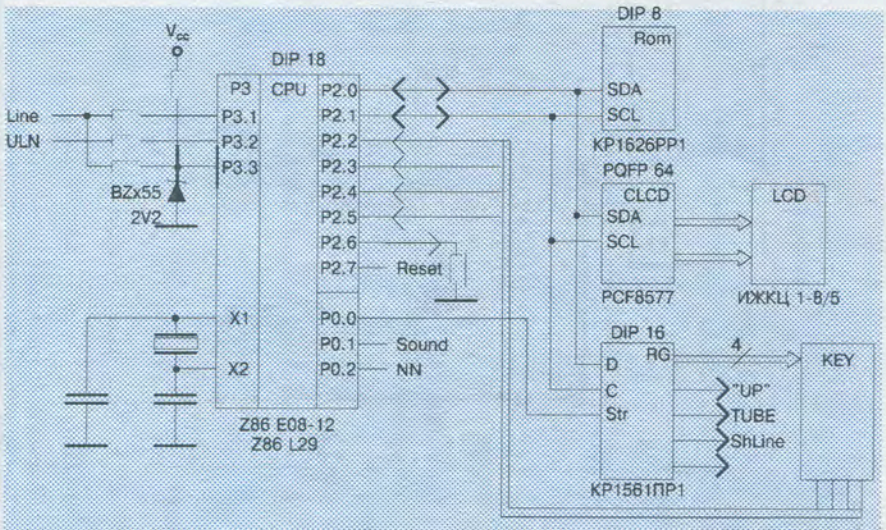

Рис.7. Структурная схема построения МФТ на базе Z86E08

68HC705 и ее аналогов рассматривался лишь в общих чертах, поскольку при практически одинаковых возможностях с PIC 16CXX и Z86EXX они существенно дороже. Хотя построение ядра системы на 68HC705 теоретически вполне возможно.

Из неспециализированных ОЭВМ самыми подходящими для построения МФТ оказались семейства PIC16CXX и Z86EXX. Выбрать, какое из них предпочесть, было весьма непросто. Остановимся вкратце на характеристиках основных представителей этих семейств.

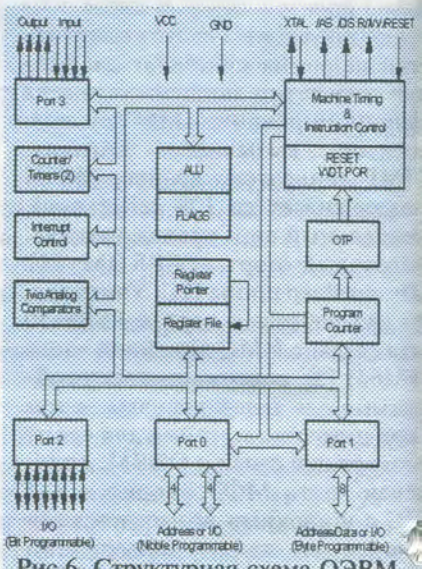

Рис.6. Структурная схема ОЭВМ семейства Z86EXX

PIC16CXX — это 8-разрядные микроконтроллеры с RISC архитектурой, производимые фирмой Microchip Technology. Они отличаются низкой ценой, малым энергопотреблением и высокой скоростью. В качестве примера на рис.5 приведена структура PIC16C57, а по схеме, приведенной в [8] или подобной ей, можно разработать простой МФТ.

Z86EXX — это 8-разрядные КМОП микроконтроллеры фирмы Zilog, работающие при напряжении источника питания от 4,0 до 5,5 В (для выполненных по технологическому процессу SL1866 — от 3,0 до 5,5 В). Микросхемы имеют 14 и более линий ввода/вывода, причем две из них могут работать

как цифровые и как компараторы напряжения. Система прерываний более развита, чем у i8051. Она насчитывает шесть векторов с системой приоритетов. Одна из особенностей микросхемы — отсутствие аккумулятора. Результат операции записывается в операнд-приемник. Данное семейство микроконтроллеров отличается самой низкой ценой, малым энергопотреблением и достаточно высокой скоростью. На рис.6 приведена структурная схема микроконтроллера, а на рис. 7 — структурная схема одного из возможных вариантов построения МФТ.

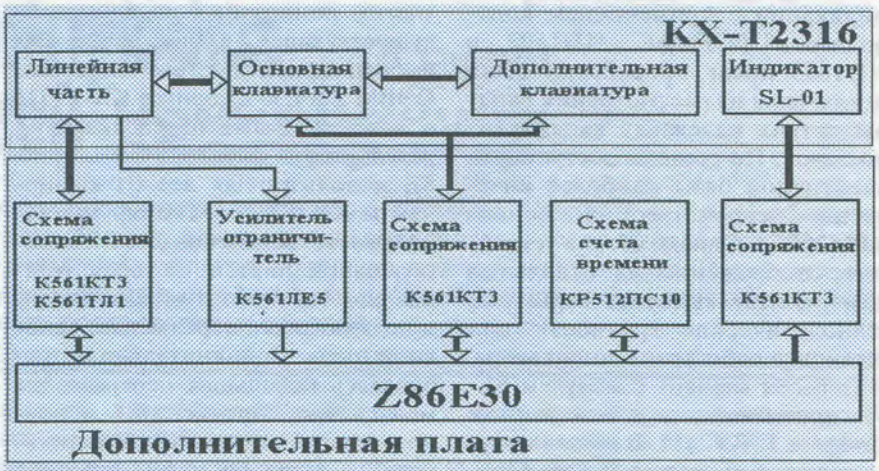

Рис.8. Структурная схема построения МФТ на базе KX-T2316 и Z86E30

Предложенная схема отличается широким применением протокола I2C, что позволяет применить ОЭВМ с малым числом внешних выводов. Так, контроллер ЖКИ, ПЗУ, расширитель портов и, при необходимости, часы/календарь с ОЗУ управляются всего по трем проводам. Кроме того, использование аналоговых схем, расположенных на кристалле, позволяет обойтись без внешних компараторов. Эти особенности сильно упрощают схемотехническое построение МФТ, и, соответственно, повышают надежность.

Сравнительный анализ PIC контроллеров и контроллеров серии Z86 показывает, что с точки зрения применения в МФТ они обладают практически одинаковыми характеристиками. Обе серии имеют большое число модификаций, позволяющих строить МФТ различных групп сложности без изменения ядра системы. Существенные отличия есть только в системе команд. Как оказалось, однозначно предпочесть одну из двух очень трудно: у RISC процессора скорость выполнения программы выше, но набор команд существенно меньше. При выборе учитывалось, что фирма Zilog выпускает совмещенные на одном кристалле ОЭВМ серии Z86 и ЦПОС серии Z89, что позволяет развивать МФТ практически неограниченно, используя предыдущие наработки. Немаловажную роль сыграли управление энергопотреблением, возможность минимизации изделия и более низкие, чем у PIC, цены.

В рамках данной разработки рассматривалось несколько вариантов индикатора со схемами управления. Основные из них приведены в табл.7.

На наш взгляд, наиболее перспективен модуль **LTR700R**, специально разработанный для телефонии. Размеры поля изображения LP3827 несколько великоваты для МФТ. Весьма удобны модули типа LM054 и BT11605, особенно с контроллером модификации SED1278F0H, имеющим встроенный знакогенератор кириллицы. Однако цена их оказалась неприемлемой для МФТ средней степени сложности. Устройства

Таблица 7

Индикатор	Контроллер	Число знако-мест	Число связей с ОЭВМ	Возможности отображения	Питание	Примечание
BT11605	HD44780	2x16	6/10	АЦ символы	4-6В	модуль
LM054	HD44780	1x8	6/10	АЦ символы	4-6В	модуль
LP3827	PCF2116	3x12	2	Ц символы	2,5-6В	модуль
LTR700R	PCF2116	1x16+5	2	Ц символы, часы телеф.симв	2,5-6В	модуль
ИЖЦ2-9/7	PCF8566	1x9	2	7 сегм.симв.	2,5-6В	
ИЖЦ1-12/7	PCF8566	1x12	2	7 сегм.симв	2,5-6В	
ИЖЦ2-9/7	HD61602	1x9	10	7 сегм.симв	2,2-5В	
ИЖЦ2-9/7	HD61603	1x9	6	7 сегм.симв	2,2-5В	
ИЖЦ2-8/7	1820ВГ1 (2 шт.)	1x8	4	7 сегм.симв	3-6В	
ИЖЦ1-12/7	1820ВГ1 (3 шт.)	1x12	4	7 сегм.симв	3-6В	ДОДЭКА
SL-01		1x10	2/6	Ц символы 5 спец.симв	1-1,5В	KX-T2316 модуль

Примечание: АЦ — алфавитно-цифровые символы; Ц — цифровые символы; 7 сегм. симв. — символы, возможные при отображении в матрице семисегментного индикатора

индикации с применением контроллеров PCF8566, HD1602 и HD1603 после проработки были исключены из рассмотрения ввиду отсутствия надежных каналов их поставок. По степени доступности элементной базы наиболее интересны устройства на основе КР1820ВГ1. Однако сборка устройства отображения из отдельных компонентов вызывает серьезные технологические трудности при установке собственно индикатора. Интересен вариант с модулем SL-01, примененным в телефонном аппарате KX-T2316. В состав модуля входят часы реального времени, таймер времени разговора (к сожалению, оба без возможности считывания показаний). Встроенный знакогенератор позволяет отображать цифры и знаки "-"', "P", "F", "_|", "|_", и пробел. Небольшие трудности вызывает сопряжение SL-01 с ОЭВМ, поскольку индикатор должен быть запитан от источника 1,5 В, а логические уровни — соответствовать уровням КМДП схем при таком напряжении питания.

При разработке МФТ ставилась задача минимизировать стоимость изделия. Поэтому выбор органов управления фактически свелся к выбору типа существующего корпуса, наиболее полно соответствующего функциональным возможностям, предусмотренным в аппарате. Было рассмотрено 10 типов корпусов, среди которых как один из вариантов следует упомянуть PANAPHONE KX-T2316. Он имеет все необходимые компоненты для разработки МФТ: ЖКИ индикатор, матрицу клавиатуры 4x5 кнопок, батарейный отсек, микрофон и громкоговоритель спикерфона.

После детальной комплексной проработки схемотехники, технологии, экономических подсчетов, с учетом конкретных особенностей существующего производства был выбран вариант построения на базе ОЭВМ Z86E30 в корпусе KX-T2316 с минимальными переделками. В результате разработана схема (рис. 8), использующая все (!) компоненты KX-T2316. Многофункциональность обеспечивается дополнительной платой, которая устанавливается под платой клавиатуры и подключается параллельно основной плате. Дополнительно потребовалась небольшая переразводка межплатных соединений (в основном в части, касающейся индикатора). Благодаря использованию внутреннего ОЗУ для памяти входящих звонков удалось отказаться от внешних ИМС памяти. Небольшое увеличение числа компонентов по сравнению со схемой, приведенной на рис.7, вызвано необходимостью коммутаций внутри KX-T2316 при работе МФТ. Однако это с лихвой компенсируется отсутствием линейных схем на дополнительной плате (за исключением усилителя — ограничителя).

Основные параметры доработанного аппарата таковы:

—автоматическое определение номера звонящего абонента;

—автоматический дозвон до занятого абонента, в том числе при междугородных звонках;

— сохранение в памяти 15 входящих звонков с фиксацией времени звонка и категории абонента;

— "записная книжка" на 15 телефонных номеров;

— возможность установки числа звонков перед "автоподнятием", а также отключения "автоподнятия";

— питание от телефонной линии с возможностью резервного питания от батарей (для работы со спаренными телефонами);

—наличие дуплексной громкоговорящей связи;

—электронное удержание трубки (Hold).

Таким образом, цели, поставленные в начале исследования, достигнуты. Результаты разработки позволяют как производить МФТ в корпусах ТА PANAPHONE KX-T2316, так и в кратчайшие сроки адаптировать изделие для производства в другом корпусе и с иным индикатором. В настоящее время АО "Золотой Шар" ставит перед собой следующие задачи:

—рекламно-маркетинговая поддержка изделия для обеспечения широкой известности его торговой марке;

—организация лицензионного производства в различных регионах России и странах СНГ. При этом осуществляется авторская поддержка процесса производства, текущее совершенствование изделия, разработка специального технологического оборудования;

— существенное снижение себестоимости изделия за счет доведения общего объема его выпуска до 100000 единиц в месяц.

1. *Кизлюк А.И. Справочник по устройству и ремонту телефонных аппаратов зарубежного и отечественного производства.— Москва, "Библион", 1995.*
2. *Интегральные микросхемы: Микросхемы для телефонии. Выпуск 1 — Москва, "ДОДЭКА", 1994.*
3. *ICs for Communication. Technical Product Information. Edition 1. CD-ROM. Siemens Semiconductor Group. 1995.*
4. *I2C Peripherals. Data Handbook. IC12. Philips. 1996.*
5. *Semiconductors for Telecom Systems. Data Handbook. IC03. Philips. 1995.*
6. *Discrete Z8 Microcontrollers Databook. DC8318-02. Zilog,1995*
7. *Embedded Microcontrollers Handbook. 270646-006. Intel. 1994.*
8. *Д.Ганженко, Е.Кабаков, И.Коршун. PIC и его применение. — "Радио" N10, 1995, с.47—49.*

Многофункциональный телефон "КОНСУЛ"

АО "ЗОЛОТОЙ ШАР" ПРИГЛАШАЕТ К СОТРУДНИЧЕСТВУ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ!

Наши телефоны: (095) 152-8844, 152-8846

По вопросам приобретения ТА обращайтесь к нашему производственному партнеру НПФ "ФАЭТОН". Тел. 534-4961