

## ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Масленникова И.Л., Чистова Г.К.  
Пензенский государственный университет  
E-mail: penzgu.tmt.inbox.ru*

*Акиншин Р.Н.  
Секция прикладных проблем при Президиуме РАН  
E-mail: rudolf@cplire.ru*

Приведены отдельные направления фундаментальных и поисковых исследований развития элементной базы, обеспечивающей на ближайшую перспективу создание эффективной радиолокационной техники первой половины нового века.

Известно, что важнейшие параметры радиотехнических систем (РТС) и, в первую очередь, РЛС обнаружения, автоматического распознавания и наведения определяются, прежде всего, эффективностью разработанных методов проектирования радиолокационной техники, алгоритмов адаптивной обработки сигналов, достигнутой производительностью обработки информации (уровнем совершенства оптических или квантовых процессов, технологий распределенных вычислений), а также быстродействием запоминающих устройств большого объема. Это подтверждает вывод о том, что современные радиолокационные системы будут эффективными только в том случае, если они созданы на базе современной электронно-вычислительной техники (ЭВТ) и применяются в составе соответствующих комплексов на базе автоматизированных систем управления (АСУ). Поэтому в данной статье для более полного понимания значимости обработки информации в РТС большое внимание уделено системам передачи информации, т.е. связным системам в составе АСУВ оперативного звена.

В последние годы в области создания средств обработки данных для целей военного применения получены значительные результаты. Однако сложившееся отставание в области компьютерных технологий от развитых в промышленном отношении стран преодолеть в обозримой перспективе не удастся. Поэтому сейчас принято решение о допущении в опытных образцах техники устройств обработки данных, построенных на базе покупных компонентов.

Такое решение позволило практически поставить вопрос о производстве средств ЭВТ для военного применения, близких по своим характеристикам к зарубежным аналогам [1]. Работы, проводимые военными учеными с целью создания средств ЭВТ, удовлетворяющих предъявляемым требованиям, во многих последних отечественных и зарубежных публикациях являются наиболее реальными [2].

Анализируя результаты работ, направленных на развитие ЭВТ, можно видеть, что к средствам специального назначения, в силу их особенностей, предъявляются дополнительные требования: повышенная устойчивость к воздействию факторов внешней среды, более жесткие требования по энергетике и т.п. Однако на современном временном интервале по своим функциональным параметрам они пока уступают коммерческим образцам.

Вместе с тем, следует заметить, что развитие компьютерных технологий военного применения с учетом некоторого временного сдвига, как правило, повторяет этапы, пройденные коммерческой техникой. Иными словами, то, что сегодня достигнуто в коммерче-

ских образцах, завтра будет реализовано в военных. Причем, как показывает опыт, временной разрыв между этими этапами постоянно сокращается.

Основу средств обработки и передачи информации составляют микроэлектронные компоненты – большие и сверхбольшие интегральные схемы, являющиеся главными компонентами современных ЭВМ и аппаратуры передачи данных.

В своем развитии электронные микросхемы прошли ряд этапов, характеризующихся степенью интеграции компонентов на одном кристалле: от схем с малой и средней интеграцией (МИС и СИС) до сверхбольших интегральных схем (СБИС), количество элементов на кристалле которых измеряется тысячами. Один из основателей фирмы “Intel” Г. Мур еще в 1965 г. предсказал, что плотность размещения (степень интеграции) транзисторов на одном кристалле микросхемы будет увеличиваться вдвое каждые два года. Эта тенденция имеет место и в наши дни.

На практике это означает, что с ростом степени интеграции микросхем заметно увеличивается и быстродействие процессоров, возрастает емкость оперативных запоминающих устройств, улучшается надежность устройств. Последнее обстоятельство связано с тем, что с ростом степени интеграции элементов все большее число межсоединений электронных устройств реализуется на внутреннем (внутри кристалла) уровне, что дает лучшую надежность техники, чем при межсоединениях на внешнем уровне (между кристаллами).

Результаты анализа развития персональных ЭВМ за последние два десятилетия показывают, что за относительно короткий промежуток времени достигнуты весьма значительные успехи в плане увеличения емкости внешних запоминающих устройств (ЗУ) (накопителей на жестком диске). Этих успехов удалось добиться во многом благодаря переходу к магниторезистивным головкам, обладающим более высокой чувствительностью по сравнению с прежними тонкопленочными седуктивными головками. По оценкам специалистов на данной технологии возможно повышение плотности записи информации (емкости накопителя) к 2005 г. еще в несколько раз.

Дальнейший прогресс в части этого вида массовой памяти связывается с переходом на более чувствительные головки на основе эффекта спин-клапан, которые способны обеспечить дальнейшее увеличение емкости ЗУ примерно на порядок. Физическое ограничение на плотность записи информации, называемое супермагнитным пределом, соответствует поверхностной плотности 50-100 Гбит/дюйм<sup>2</sup>. Однако среди специалистов остается и мнение, что этот предел будет преодолен с появлением только новых материалов и новых структур дискового покрытия.

Особого внимания заслуживает вопрос перспективы развития оптических дисков, особенно удобных для военных приложений, связанных с обработкой цифровой картографической информации. Существующие CD-ROM и CD-R диски уже позволяют оперировать емкостью в несколько Гбайт информации. Ожидается, что в ближайшей перспективе в этой области будут доминировать более совершенные DVD- диски, емкость которых может быть доведена также до нескольких Тбайт. В качестве дальнейшей перспективы можно назвать, по-видимому, голографическую массовую память, вызывающую наибольший интерес у разработчиков внешних запоминающих устройств (ВЗУ).

Анализ вопросов развития радиолокационных средств и систем передачи данных, с использованием военных систем АСУ показывает, что в данном случае целесообразно выделить два уровня информационного воздействия в автоматизированных системах военного назначения (ВН): локальный и территориальный. Под локальным уровнем будем понимать информационное воздействие в рамках командных пунктов (КП) и пунктов управления (ПУ) войсковых формирований и штабов. Территориальный уровень характеризуется информационным обменом между КП (ПУ) подчиненных, вышестоящих и взаимодействующих формирований.

На локальном уровне в стационарных условиях возможно развертывание кабельной сети для организации информационного обмена. Это помимо прочего позволяет упростить многие проблемы, связанные с обеспечением скрытности управления.

Кабельные сети передачи данных позволяют обеспечивать весьма высокие скорости передачи информации. В качестве иллюстрации на рис. 1 представлена диаграмма роста скорости передачи информации в локальных вычислительных сетях (ЛВС), построенных на кабельных каналах. Из рисунка видно, что величина скорости передачи информации находилась в пределах около 10 Мб/с в 1985 году, порядка 100 Мб/с - в 1990 году и уже более 1000-1500 Мб/с к концу 90-х годов.

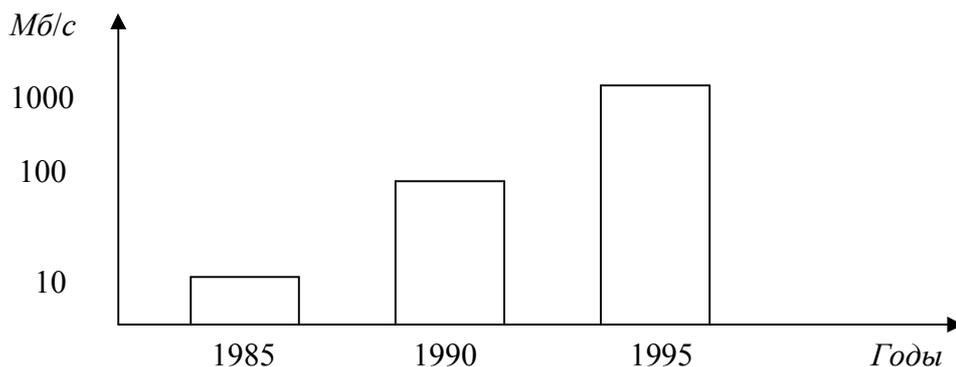


Рис. 1. Динамика роста скорости передачи информации в ЛВС, построенных на кабельных каналах.

В настоящее время уже достаточное распространение получили сети на волоконно-оптических каналах с быстродействием в несколько Мб/с. Появились сети, построенные на новых принципах с быстродействием, измеряемом в Гб/с (Gigabit Ethernet).

Передача информации между КП (ПУ) формирования (равно как и в рамках КП в тактическом звене) по оперативно-тактическим соображениям не может быть ориентирована только на кабельные линии. Использование же беспроводной связи, в том числе и космической, позволяет обеспечить скорости передачи информации по одному каналу, измеряемые десятками Кб/с, в отдельных случаях – единицами Мб/с. Ожидать значительного прогресса в этом отношении в ближайшей перспективе достаточно проблематично. Вместе с тем, структура и характеристики потоков информационного взаимодействия как в оперативном, так и тактическом звеньях таковы, что основные информационные потребители органов управления на территориальном уровне могут быть удовлетворены за счет выделения необходимого количества каналов беспроводной связи.

Теперь снова обратимся к задачам комплексного рассмотрения обработки и передачи информации.

В качестве подтверждения актуальности решаемых задач по развитию способов и методов обработки радиолокационных сигналов и передачи информации потребителю в реальном масштабе времени приведем две работы, выполненные за последнее время.

В [2] дается описание архитектуры и программной реализации сигнального процессора, предназначенного для первичной обработки радиолокационной информации в режиме реального времени. Обработка сигналов в процессоре включает: адаптивное усиление и фильтрацию сигнала с режекцией помех, некогерентное накопление сигнала и многоканальное его обнаружение с адаптацией порога к уровню помех, а также обработку сигнала в CFAR-фильтре. Программная реализация процессора представляет собой систему программ, включающую программы моделирования радиолокационных данных и

программы обработки данных. Получена оценка параллелизма программной реализации процессора.

Реконфигурируемая архитектура мультипроцессорной системы обработки сигналов сверхширокополосной РЛС в реальном времени освещается в [3]. Здесь приводится полный анализ параметров системы обработки сигналов в реальном времени сверхширокополосной (UWB) РЛС. Обработка сигналов UWB РЛС является многоцелевой задачей и требует интенсивной вычислительной процедуры с применением параллельной сети мультипроцессоров, способных эффективно завершать поставленные задачи. В результате сравнения преимуществ и недостатков различных типов мультипроцессоров предложена реконфигурируемая архитектура системы обработки сигналов в реальном времени UWB РЛС. Проверка применимости предложенной архитектуры в реальных системах подтвердила ее высокие показатели, гибкость и реконфигурируемость.

В заключении на рис. 2 для наглядности приведем из [1-4] графики, характеризующие общий характер влияния роста производительности средств вычислительной техники на развитие РЛС.

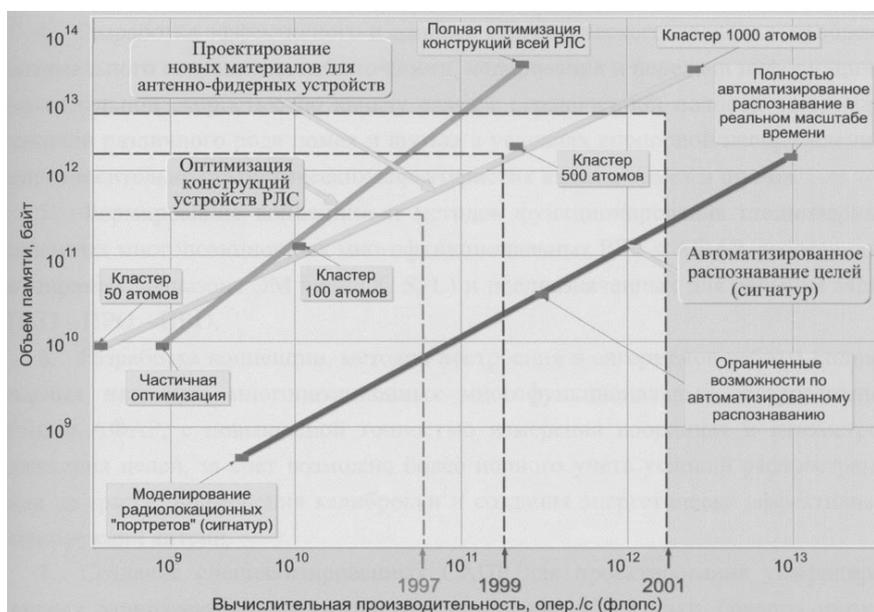


Рис 2. Общая характеристика влияния роста производительности средств вычислительной техники на развитие РЛС.

На рисунке приведены графики зависимостей различных технических решений в развитии РЛС: уровень оптимизации конструкции, степень распознавания и технологических параметров антенных систем временным срокам.

В качестве показателя для вычислительных средств выбрана зависимость объема памяти (в байтах) от вычислительной производительности (операции в секунду - флопсы).

Анализируя графические данные можно заключить следующее.

1. Эффективность РЛС в полной мере зависит от качества конструирования узлов и элементов её составляющих и общей технологической структуры станции в целом. Видно, что практически оптимальный уровень технологической структуры РЛС может быть достигнут при характеристиках ЭВТ: объем памяти не ниже, чем  $10^{13}$  байт и вычислительной производительности не ниже  $10^{11}$ .

2. Требуемые материалы для антенно-фидерных устройств должны иметь кластер порядка 1000 атомов.

3. Для полного автоматизированного распознавания целей в реальном масштабе времени РЛС требуется ЭВТ с объемом памяти не ниже, чем  $10^{12}$  байт и вычислительной производительности не ниже  $10^{13}$  флорс.

4. Учитывая, что вычислительная техника развивается в настоящее время очень скоротечными шагами, то указанные параметры радиолокационных систем обнаружения и наведения, работающих в составе АСУВ в ближайшей перспективе за счет ЭВТ могут быть вполне выполнимы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. В последние годы в области создания средств обработки радиолокационной информации были получены определенные результаты, которые во многом обязаны той трезвой оценке создавшейся ситуации, которая была осуществлена на уровне органов, ответственных за заказы вычислительной техники. Было признано, что сложившееся отставание в области компьютерных технологий от развитых в промышленном отношении стран преодолеть в обозримой перспективе не удастся. Поэтому было принято решение о допущении в опытных образцах техники устройств обработки данных, построенных на базе покупных компонентов. Такое решение позволило практически поставить вопрос о производстве средств электронно-вычислительной техники (ЭВТ) для народнохозяйственного и оборонного применения, близких по своим характеристикам к зарубежным аналогам. Как показывает опыт, временной разрыв при этом постоянно сокращается.

2. Главными компонентами современных ЭВМ и аппаратуры обработки и передачи информации остаются микроэлектронные компоненты - большие и сверхбольшие интегральные схемы. Результаты анализа развития персональных ЭВМ за последние два десятилетия показывают, что за относительно короткий промежуток времени достигнуты весьма значительные успехи в плане увеличения емкости внешних запоминающих устройств (ЗУ) (накопителей на жестком диске). Дальнейший прогресс в части этого вида массовой памяти связывается с переходом на более чувствительные головки на основе эффекта спин-клапан, которые способны обеспечить дальнейшее увеличение емкости ЗУ примерно на порядок. Особого внимания заслуживает вопрос перспективы развития оптических дисков, особенно удобных для военных приложений, связанных с обработкой цифровой информации.

3. Последние два десятилетия характеризуются весьма существенным прогрессом в области компьютерных технологий, обусловившим значительное возрастание функциональных возможностей средств обработки и передачи информации. Более того, на сегодняшний день не существует сомнений в том, что этот прогресс продолжится как в ближайшей, так и более отдаленной перспективе.

Потребности (предъявляемые требования) в вычислительных ресурсах для решения большого объема задач как гражданского, так и военного назначения, оцененные даже с учетом сегодняшних представлений о применении электронной техники, все же не могут быть в полной мере удовлетворены за счет создаваемых средств ЭВМ.

В настоящее время требуется обратить особое внимание на развитие комплектующих изделий для вычислительной техники, способной эффективно обеспечить обработку и передачи информации перспективных радиолокационных систем.

### Литература

1. Вопросы перспективной радиолокации. Коллективная монография. / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Радиотехника, 2003.-507 с.

2. Бескаравайный М.М., Костогрызов А.И., Львов В.М. Инструментально-моделирующий комплекс для оценки качества функционирования информационных систем. – М.: Вооружение. Политика. Конверсия. 2001. – 303 с., 2-е издание.
3. Даскалов П., Янева Д., Гешева Е. // Инф. технол.- 1998.- № 1.- С. 37-41.
4. Chen Nuxing, Deng Ge, Su Yi // Guofangkeji daxue xuebao=J. Nat. Univ. Def. Technol.- 1998.- 20, № 1.- С. 68-72.