



ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Концепции,
проблемы,
перспективы



«ФИНАНСЫ
И СТАТИСТИКА»

ЭВМ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Концепции, проблемы,
перспективы



FIFTH GENERATION COMPUTER SYSTEMS

**Preliminary Report on Fifth
Generation Computer Systems**

Edited by
T.Moto-oka

Japan Information Processing
Development Center (JIPDEC)
Tokyo, Japan

NORTH-HOLLAND
PUBLISHING COMPANY
**Amsterdam, New York, Oxford,
1982**

ЭВМ

ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

**Концепции,
проблемы, перспективы**

Под редакцией
Т.Мото-ока

Перевод
с английского
О.М.Вейнерова

Под редакцией
**А.А.Рывкина,
В.М.Савинкова**

**«ФИНАНСЫ
И СТАТИСТИКА»**

**Москва
1984**

ЭВМ пятого поколения: Концепции, проблемы, перспективы/Под ред. Т. Мото-ока; Пер. с англ.; Предисл. Е. П. Велихова. — М.: Финансы и статистика, 1984. — 110 с., ил.

50 к. 30 000 экз.

Книга содержит сообщение японского Комитета научных исследований в области ЭВМ пятого поколения. Сообщение посвящено проблемам разработки и последствиям применения ЭВМ пятого поколения.

Для разработчиков и пользователей ЭВМ и автоматизированных систем различного назначения, а также для всех интересующихся проблемами развития и применения ЭВМ.

Э $\frac{2405000000-082}{010(01)-84}$ 114-84

ББК 32.973
6Ф7.3

- © JIPDEC, 1982
Published by: NORTH-HOLLAND PUBLISHING COMPANY.
© Перевод на русский язык, предисловие, «Финансы и статистика», 1984

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Книга «ЭВМ пятого поколения. Концепции, проблемы, перспективы», вышедшая под редакцией Т. Мото-ока, несколько необычна для научного издания. Это не монография, не сборник статей, объединенных общностью проблематики, а предварительный отчет японского Комитета научных исследований в области создания ЭВМ пятого поколения. В нем систематизированы планы предстоящей работы, рассказывается о многочисленных возможностях, которые откроются после успешного достижения поставленной цели. Правда, некоторые аргументы, призванные уверить читателя в том, что не следует жалеть сил и средств на преодоление препятствий, возникающих на пути к этой цели, выглядят недостаточно обоснованными.

Книга читается легко, с большим интересом и, безусловно, будет полезна для советского читателя, так как представляет собой первый официальный и достаточно развернутый документ, отражающий позицию японского Комитета научных исследований в области создания ЭВМ пятого поколения.

Идея разработки ЭВМ пятого поколения, выдвинутая в 1979 г. в Японии, на первых порах воспринималась как результат проникновения в серьезную деятельность по техническому проектированию подходов, более уместных в научной фантастике. Затем, когда в октябре 1981 г. на международной конференции по вычислительным системам пятого поколения был обнародован настоящий отчет, специалистов поразила широта охвата затрагиваемых в нем проблем. Многие были склонны высказывать в той или иной форме свои сомнения по поводу реальности осуществления проекта в намеченные сроки, а по некоторым позициям выдвигались возражения принципиального характера. Однако за прошедшие с тех пор несколько лет были получены подтверждения того, что Участники проекта располагают значительными техническими возможностями и настойчиво продвигаются к достижению поставленных целей.

Сверхбольшие интегральные схемы на базе уникальных по своим свойствам и возможностям кристаллов, суперкомпьютеры с огромной памятью и быстродействием порядка миллиарда эле-

ментарных операций в секунду — все это сегодня становится реальностью. Так, промышленность Японии, выпускающая ЭВМ, развивается настолько быстро, что в 1983 г. ее продукция вышла на первое место в японском экспорте, оставив позади весьма популярные за границей японские автомобили. И это произошло в то время, когда реализация проекта по созданию ЭВМ пятого поколения только начиналась.

Нет ничего удивительного в том, что проект создания ЭВМ пятого поколения начал реализовываться в Японии. Ведь именно японская промышленность на протяжении всей послевоенной истории демонстрировала стремление, и притом весьма успешное, к миниатюризации всевозможных электронных приборов и устройств. Она быстро прогрессировала в производстве чистых и сверхчистых материалов, в овладении технологиями, обеспечивающими особую тщательность и точность изготовления изделий.

Каждое поколение компьютеров возникало на собственной элементной базе. Первые ЭВМ были ламповыми, их сменили машины на транзисторах, а затем и на микрочипах. Современные ЭВМ создаются на сверхбольших интегральных схемах. С появлением каждого нового поколения ЭВМ росли их ресурсные возможности — объем памяти и производительность. Одновременно уменьшались их габариты. При этом ЭВМ становились более надежными, что упрощало техническое обслуживание.

Когда говорят о вычислительных машинах пятого поколения, то нередко в качестве основного отличительного свойства отмечают специфическую, предельно плотную упаковку элементов сверхбольших интегральных схем (СБИС). Это, безусловно, важное свойство и, по-видимому, в нем заключен наиболее значительный резерв повышения быстродействия, оставшийся неиспользованным в начале внедрения СБИС.

Долгое время генеральным направлением, определяющим передовые позиции в конструировании ЭВМ, считалось создание машин с максимальным быстродействием и предельно большой памятью, а также суперкомпьютеров (от поколения к поколению представление о суперкомпьютерах менялось), обеспечивающих для пользователей наиболее удобный и естественный способ взаимодействия с ЭВМ. Прогресс в области потенциальных вычислительных возможностей ЭВМ при переходе от одного поколения машин к другому был настолько ощутим, что повышение эффективной производительности ЭВМ за счет совершенствования программного обеспечения, а тем более за счет сверхминиатюризации элементной базы казалось несомненно малым. Впрочем, вплоть до настоящего времени так и было, а потому программные средства в основном развивались в направлении расширения удобств взаимодействия пользователя с ЭВМ, а миниатюризация — для уменьшения общих габаритов компьютеров.

С разработкой СБИС одним из основных факторов, ограничивающих быстродействие ЭВМ, стала длина проводников, соединяющих элементы СБИС и сами СБИС между собой.

В условиях, когда другие средства увеличения производительности ЭВМ практически исчерпаны, технология сверхплотной упаковки элементов СБИС и сверхкомпактного размещения самих СБИС позволяет повысить быстродействие ЭВМ еще на несколько порядков.

В свою очередь появление новых технических средств, по-видимому, оказалось наиболее сильным аргументом, побудившим группу энтузиастов превратить идею разработки ЭВМ пятого поколения в национальный японский проект.

Если стремление к сверхминиатюризации послужило стимулом для создания ЭВМ пятого поколения, то характер взаимодействия японских специалистов с мировой научной и технической средой оказался мощным фактором, способствующим быстрому прогрессу в этом направлении. Япония, если можно так выразиться, придерживалась воспроизводственного принципа в аккумулировании зарубежных технологий. Она стремилась заимствовать их таким образом; чтобы лицензионные закупки давали возможность создать собственное достаточно независимое производство, не заглушая, а, наоборот, поддерживая и стимулируя собственную исследовательскую инициативу, т. е. так, чтобы обогнать, не догоняя, путем решения перспективных задач на принципиально иной, более прогрессивной основе.

Если судить по материалам публикуемого в русском переводе отчета, проект создания ЭВМ пятого поколения не ограничился только намерением извлечь дополнительные преимущества из сверхкомпактной упаковки СБИС. Была провозглашена широкая программа, предусматривающая достижение принципиальных сдвигов практически во всех областях, связанных с конструированием, производством, техническим обслуживанием и использованием компьютеров. Здесь и задача обеспечения естественного с точки зрения человека общения пользователя с машиной, и создание принципиально новой архитектуры самих ЭВМ, и кардинальный прогресс в программном обеспечении, и, наконец, создание не просто новых компьютеров, а вычислительных систем пятого поколения. Хотя каждое из таких направлений само по себе достаточно важно и перспективно, оценку возможной степени продвижения в решении поставленных для них задач нельзя производить изолированно.

В 60—70-е годы сформировались два направления в развитии вычислительной техники. Одно привело к созданию максимально доступных широкому кругу потребителей обособленных средств индивидуального пользования, нередко сконструированных с учетом специфики конкретных предметных областей применения компьютеров. Другое — к созданию больших высокопроизводительных ЭВМ с концентрацией вокруг них значительных групп пользователей, снабженных, как правило, индивидуальными средствами взаимодействия с ЭВМ, так называемыми терминалами. Каждое из этих направлений само по себе не обеспечивало полного использования потенциала, заключенного в таких вычислительных

средствах. Возникшая в это же время и в значительной мере реализованная в ряде стран Америки и Европы идея создания сетей ЭВМ в содержательном плане отражала не более чем стремление к увеличению эффективности использования ресурсов и информации, накапливаемой в их памяти. При этом способы взаимодействия пользователей как с ЭВМ, так и сетью ЭВМ, по существу, одинаковы, а сам обмен информацией внутри таких сетей производится сравнительно медленно и не может служить оперативным целям. Следовательно, в организации вычислительных систем можно рассматривать в качестве основного вариант с центральным процессором (или центральной ЭВМ) и связанными с ним терминалами, находящимися у пользователей.

Дальнейшее развитие можно представить следующим образом. Сначала реализуется идея множественности терминалов, далее каждый пользователь получает в свое распоряжение средства подготовки данных, а затем и миникомпьютер, позволяющий осуществлять проверку программ и решать отдельные подзадачи. Все это способствует более рациональному использованию потенциала центральной ЭВМ. Однако возможности прогресса в результате подобных усовершенствований сравнительно невелики, если индивидуальный компьютер остается лишь вспомогательным средством и не рассматривается в качестве основного компонента системы.

При попытке приблизить взаимодействие пользователя с ЭВМ к форме, принятой между людьми, потребовались ресурсы индивидуального компьютера весьма высокой производительности. Технология сверхбольших интегральных схем позволяет продвигаться по пути кардинального решения и данной задачи. После этого на передний план выступает проблема взаимодействия индивидуального компьютера с центральной ЭВМ. Попытки решить ее в основном путем наращивания ресурсов ЭВМ в конечном итоге приводят к резкому снижению КПД системы в целом и мало приближают к поставленной цели. Огромное быстроедействие при таком способе решения задачи превращается в фикцию, так как значительные ресурсы компьютера будут расходоваться на реализацию процедур, связанных с преобразованием и передачей информации.

ЭВМ пятого поколения можно будет адекватным образом использовать, лишь сконструировав вычислительные системы, в которых обеспечивается баланс между суперкомпьютером, образующим ядро системы, и сопряженными с ним индивидуальными компьютерами. Но добиться такого баланса без интенсивного прогресса в программном обеспечении невозможно. Необходимо «научить» систему так организовывать сам процесс решения задачи, чтобы полностью активизировать возможности индивидуального компьютера и целесообразным образом использовать ресурсы суперкомпьютера.

Предельно тщательная регламентация взаимодействия между этими компонентами системы не принесет желаемого результата.

Здесь потребуются тонкие методы управления, граничащие с искусством. Не накопив пока что обширного опыта в деле создания соответствующего программного обеспечения, японские специалисты стоят перед весьма трудной задачей. Но в их положении есть и определенные преимущества. Во-первых, не довлеют традиции и стереотипы, сформировавшиеся, естественно, в иных условиях при решении иных задач с использованием иной технической базы. Во-вторых, имеется возможность наиболее полного использования национальных традиций, которые веками воспитывали у японцев чувство меры и способность в какой-то мере отождествлять себя с результатами своего труда.

Как бы то ни было, придется найти принципиально новые способы обеспечения взаимодействия индивидуальных ЭВМ с суперкомпьютерами, и если разумные идеи в этой области будут реализованы, то в результате окажется возможным значительный прогресс вычислительной техники.

Помимо проблем, связанных с созданием программного обеспечения вычислительных систем пятого поколения, имеются и иные серьезные препятствия не столько на пути реализации самого проекта, сколько в достижении провозглашенных в нем общенациональных целей. Даже если абстрагироваться от противоречий, вытекающих из характера существующих при капитализме социальных отношений, общество, сделавшее ставку на электронное управление рядом важных сфер деятельности, ожидают весьма значительные технические трудности. Главное, на что следует обратить внимание, — это ограниченная «способность» ЭВМ к анализу вновь поступившей информации. Возникающие в связи с этим препятствия, вероятно, принципиально непреодолимы, ибо чем менее «знакома» для компьютера ситуация, тем менее достоверны его советы, и чем больше он накопит одной и той же информации, тем более стереотипными будут его прогнозы и рекомендации.

Кроме ограниченной способности к анализу принципиально новой информации, у ЭВМ есть и еще одна слабая сторона — неумение с достаточной степенью надежности выявить содержательность вновь поступивших данных. В результате неизбежно «засорение» лишней информацией, ненужность и даже вредность которой компьютер не в силах установить. Как следствие этого вновь создаются иллюзии номинального (кажущегося) быстродействия и формирования лишь на первый взгляд ценных выводов.

Искусство выбирать решения в подлинно сложной обстановке еще долгое время будет недоступно компьютеру, который лишен способности действовать субъективно, соразмеряя решения и поступки с мерой ответственности и иными важными для человека атрибутами существования. Поэтому услуги, оказываемые даже самыми совершенными ЭВМ, в обозримом будущем будут по своему характеру в основном рутинными. Это, конечно, не означает, что ЭВМ не в состоянии принять на себя часть деятельности, которую сегодня принято относить к творческой, хотя по сути своей она

скорее является ремеслом, требующим большой работоспособности. Не исключено, что с помощью овладевших техникой подобного «творчества» компьютеров в научные журналы станут интенсивно проникать работы, лишенные подлинной научной ценности. Впрочем, уже сейчас в целом ряде областей, связанных с интенсивным использованием ЭВМ, можно привести подобные примеры.

Многое из того, чем мы владеем в качестве знаний, опыта и информации, есть результат развитой интуиции. Длительная специализация в определенном виде деятельности позволяет расширить наши интуитивные способности в соответствующей предметной области. При этом все мы пользуемся огромным запасом неосознанных знаний, навыков и умений, сформировавшихся на протяжении длительной эволюции человечества и отвечающих основным условиям нашего существования. Мы осознаем себя в пространстве и во времени. И это не просто философское утверждение. Именно благодаря адекватному интуитивному восприятию пространственно-временной реальности и собственных возможностей мы в состоянии осуществлять в считанные секунды действия, отличающиеся точнейшей координацией и практически недоступные для робота, выполняющего приказание, получаемые от сегодняшних ЭВМ. Появятся ли в будущем компьютеры, способные к интуитивному мышлению? Если им суждено появиться, то конструкция таких машин должна базироваться на принципиально отличных от существующих способах обработки информации. ЭВМ пятого поколения этой задачи еще не решат.

Основополагающая идея создания ЭВМ пятого поколения состоит, как уже отмечалось, в разработке сбалансированной по своей архитектуре системы компьютеров, благодаря чему каждому из пользователей такой системы предоставляется возможность (в тот момент, когда и он, и система к этому готовы) привести в действие ее огромный вычислительный потенциал. Рациональное использование этого потенциала невозможно при существующих методах программирования и способах общения с машиной. Если эти проблемы не будут решены, то придется столкнуться с непомерным увеличением численности специалистов, занятых в сфере ЭВМ, что значительно уменьшит те преимущества, которые сулит применение таких систем.

Следует, по нашему мнению, отметить и неправомочность надежд авторов проекта, связанных с ожидаемыми значительными социальными переменами в результате распространения ЭВМ пятого поколения. Расчет на применение новых компьютеров для оказания разнообразных индивидуальных услуг имеет под собой реальную базу и можно не сомневаться в том, что в принципе намеченные здесь цели будут достигнуты. В конечном счете необходимые для этого компьютеры станут вполне доступны, и общество к концу текущего столетия сможет получить целую серию услуг, оказываемых вычислительными машинами.

Однако с созданием систем, призванных содействовать управлению в общенациональном и тем более в международном масштабе,

дело обстоит не так просто. Успех применения подобных систем возможен лишь при условии воспитания у всех членов общества (или международного сообщества) нового отношения к информации, преодоления традиционных установок, характерных для обобщенного производителя в условиях преобладания капиталистических хозяйственных отношений. При обработке документов, при решении многих крупномасштабных экономических задач на народнохозяйственном уровне на первый план выдвигается проблема обобществления информации. До тех пор, пока суперкомпьютер только оказывает услуги для пользователей индивидуальных ЭВМ, все решают достоверное кодирование передаваемой информации и методы формализации самих задач. Если же потребуются найти решение крупной народнохозяйственной проблемы, то речь пойдет в общем случае не об одноразовой машинной обработке имеющихся данных, а о непрерывном процессе информационного взаимодействия между различными участниками общественной жизни, а этому соответствует уже принципиально иной набор требований. Капиталистические хозяйственные отношения воздвигают по сути непреодолимые преграды на пути создания и успешного функционирования подобных систем. Однако в ряде областей такие системы будут созданы и их применение станет важным фактором, поддерживающим и закрепляющим расслоение производственных, финансово-экономических и социальных структур. Накопленный опыт внедрения современных компьютеров в реализацию разнообразных, в том числе международных банковских, операций свидетельствует о том, что работа этих систем не только упрощает расчеты, делает обозримым огромное банковское и финансовое хозяйство, высвобождает работников, занятых прежде изнурительной рутинной деятельностью, но и вносит свой вклад в тот неизбежный для капитализма процесс, который делает богатых богаче, а бедных — еще беднее. Первыми и наиболее заинтересованными потребителями вычислительных систем пятого поколения станут транснациональные корпорации, пронизывающие своей деятельностью все многонациональное мировое капиталистическое хозяйство. Они получают возможность полнее и результативнее использовать неоднородность хозяйственных и социальных структур тех стран, где они осуществляют свою деятельность, извлекать из этого дополнительные прибыли. Здесь практически обеспечено необходимое единство информационной базы и существуют возможности для применения нового поколения компьютеров.

В связи с этим возникает вопрос о том, сможет ли Япония воспользоваться преимуществами, ожидаемыми от реализации данного проекта, для того, чтобы занять то место в международном капиталистическом разделении труда, о котором говорится в данном отчете. Пожалуй, развитие событий вокруг данного проекта, имевшее место в последние три года, свидетельствует о чрезмерном оптимизме тех, кто поставил такую цель. Японский проект все в большей мере сращивается с аналогичными работами в других ведущих капиталистических странах, и, следовательно, Япония мо-

жет рассчитывать на особое место в международном капиталистическом разделении труда лишь с учетом контекста, который создают общие интересы транснациональных корпораций, а также интересы ведущей страны капиталистического мира — США. Улучшить свои позиции в международной торговле вычислительной техникой японские фирмы могут. Они могут уйти вперед по целому спектру соответствующих технологий. Однако захватить лидерство в такой важной области, как информационное обеспечение потребностей значительной части мирового хозяйства, им будет очень нелегко, и вряд ли следует считать подобное развитие событий достаточно правдоподобной альтернативой.

Представляя первую книгу об ЭВМ пятого поколения, мы рассчитываем вызвать профессиональный интерес к этой проблематике у широкого круга специалистов по вычислительной технике и программированию, а также у тех, кто призван дать содержательный анализ социально-экономических последствий широкого распространения современных компьютеров и роботов.

Академик Е. П. Велихов

ПРЕДИСЛОВИЕ

Поток происходящих в мире перемен захватил и японскую экономику, вызвал у населения японских островов ощущение неуверенности, усугубляемое трудностями в обеспечении энергией и сырьем. Наряду с этим Япония переживает процесс формирования специфического информационно-ориентированного общества, для которого адекватная обработка и использование информации становятся одним из важнейших направлений деятельности.

Работа с информацией без помощи ЭВМ стала практически невыполнимой. Однако через десять лет мы непременно почувствуем потребность в значительно более изощренных методах и техническом оснащении, чтобы с их помощью преодолеть многие из возникающих перед нами проблем. В связи с этим большие надежды возлагаются на создание вычислительных систем, опирающихся на новую теорию и новые технические средства.

Подобные соображения побудили создать в 1979 г. Комитет научных исследований в области ЭВМ пятого поколения, который возглавил Тору Мото-ока. В течение двух лет этот комитет изучал наиболее интересные с точки зрения их применения в 1990 г. вычислительные системы (ЭВМ пятого поколения), а также возможности прогресса в разработке и реализации соответствующих проектов.

Читателю предлагается предварительный отчет, вынесенный на рассмотрение комитета. Надеемся, что его содержание будет интересно широкому кругу специалистов.

1. ОБЗОР ОСНОВНЫХ ИДЕЙ

1.1. ПРЕДПОСЫЛКИ И ЗНАЧИМОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

(1) Чего ждет общество от ЭВМ девяностых годов

В девяностые годы, когда предполагается широкое распространение ЭВМ пятого поколения, системы обработки информации станут важнейшим структурообразующим фактором жизни общества, охватывая экономику, искусство, науку, управление, международные отношения, образование, культуру и т. д. Системы обработки информации должны будут удовлетворять и те новые потребности, которые возникнут в связи с изменениями в окружающей среде. Эти системы призваны не только сыграть активную роль в разрешении ожидаемых социальных осложнений, но и способствовать прогрессу общества в наиболее желательном направлении, что, в свою очередь, позволит полнее использовать их перспективные возможности.

Можно ожидать, что в девяностые годы системы обработки информации будут содействовать решению следующих актуальных задач.

1) Достижение более высокой результативности в тех сферах хозяйственной деятельности, где в этом ощущается особая потребность

В отраслях обрабатывающей промышленности благодаря применению ЭВМ в управлении процессами производства и сборки изделий уже удалось достичь значительного улучшения качества продукции и быстрого роста производительности труда. Однако распространить этот успех на первичные (т. е. непосредственно взаимодействующие с природой) секторы экономики, такие, как, например, сельское хозяйство и рыбный промысел, а также на секторы, занятые обслуживанием населения, пока не удалось. Сохранение в этих секторах сравнительно низкой производительности труда становится одним из факторов серьезной социальной несбалансированности. Именно здесь применение перспективных вычислительных систем для управления технологическими процессами и для ведения документации обещает рост эффективности производства благодаря снижению трудовых и материальных затрат.

2) Успешная конкуренция на мировых рынках и участие в международном разделении труда

Из-за ограниченности территории и природных ресурсов Японии не в состоянии полностью обеспечить себя продуктами питания, а ее возможности в самообеспечении энергией и нефтью весьма малы по сравнению с другими развитыми странами. Вместе с тем Япония располагает высококвалифицированными кадрами, что позволяет рассчитывать на создание и целенаправленное культивирование в японской экономике нового ресурса, по своему хозяйственному значению сравнимого с продовольствием и энергией. Таким ресурсом должна стать информация, рассматриваемая как «соотнесенное» систематизированное знание. Интенсивная индустриализация, опирающаяся на активное использование знаний, становится мощным фактором, способным обеспечить в будущем обработку информации и ее использование для целей управления. Тем самым будут не только укреплены позиции Японии на мировых рынках, но и обеспечен ее вклад в международное разделение труда посредством развития наукоемких технологий.

3) Экономия энергии и ресурсов

Одна из наиболее важных задач, стоящих перед человечеством в наше время, — эффективное использование ограниченных мировых ресурсов. Ожидается, что параллельно с сокращением и оптимизацией потребления энергии, повышением коэффициента полезного действия энергопреобразующих систем и теми результатами, которые будут достигнуты благодаря применению ЭВМ в деле создания новых источников энергии, будет развиваться процесс трансформации промышленности в информационно-ориентированную индустрию, для которой характерно неэнергетическое потребление.

4) Управление социальными процессами, связанными со старением общества

Наше общество беспрецедентно стареет. В связи с этим быстро растут расходы на медицинское обслуживание и социальные нужды, уменьшается доля работоспособного населения. Все это может привести к серьезным проблемам. ЭВМ пятого поколения дадут возможность решить проблемы, которые, как ожидается, возникнут на основе новой технологии, развивать специальные медицинские и связанные с ними информационные системы, а также системы управления здравоохранением и системы обучения пожилых людей.

(2) Технологические предпосылки

Развитие вычислительной техники с момента ее появления последовательно и целенаправленно ориентировалось на повышение производительности при выполнении численных расчетов. Компьютеры имели существенно ограниченные возможности ввода и отображения данных, что, в свою очередь, сдерживало их распространение и создавало значительные неудобства. По мере расширения сферы применения ЭВМ, которая вначале охватывала область

научных и технических расчетов, а сравнительно недавно стала включать и обработку деловой информации, возрастала потребность в развитых средствах для ввода-вывода речи, изображений, графиков, т. е. информации в таком представлении, которое естественно для человека.

До недавнего времени из-за высокой стоимости аппаратуры приходилось ориентироваться на минимизацию выполняемых с ее помощью функций, что способствовало усилению зависимости вычислительных систем от качества программ и привело в итоге к ситуации, названной «кризисом программного обеспечения». Все это вызвало нежелательный побочный эффект: архитектура компьютеров лишилась гибкости и стало очевидным, что она не сможет отвечать новым требованиям, пока будет опираться на существующие технологии.

Между тем уже подготовлен теоретический и технический базис, позволяющий создать новую архитектуру и обеспечить реализацию новых функций, направленных на интеллектуализацию ЭВМ. Этот базис — развивающаяся технология СБИС, создание памяти повышенного объема, возрастающие возможности высокоскоростных элементов, расширение исследований в области искусственного интеллекта и распознавания образов, а также совместное развитие коммуникационных систем и систем обработки информации.

Соотношение между потребностями и возрастающими возможностями позволяет надеяться, что приблизительно через десять лет появятся системы обработки информации, опирающиеся как на новые концепции, так и на новые архитектурные решения и представляющие собой существенный скачок в компьютерной технологии последних тридцати лет.

(3) Значимость проекта

Некоторые страны мира считают Японию «экономически развитой державой». Анализируя проблему выбора направления дальнейшего развития нашей промышленности, мы приходим к выводу, что нет необходимости гнаться за более развитыми странами. Вместо этого следовало бы завоевывать ведущие творческие позиции в исследовании, разработке и реализации рассматриваемого здесь проекта.

Значимость исследований и разработок в рамках проекта ЭВМ пятого поколения можно охарактеризовать так:

1) Содействуя реализации этого проекта, Япония занимает в мире лидирующее положение в развитии компьютерной технологии. Это позволяет создать благоприятную обстановку для интеллектуализации отрасли по производству ЭВМ, а также обеспечить страну товарами, на которые имеется большой спрос. Мы сможем также выполнить обязанность, которые возлагаются на нас как на перспективную экономическую державу, сделав вклад в развитие одной из передовых научно-технических областей и взяв тем самым на себя ответственность перед международным сообществом.

2) Реализация данного проекта не только обеспечит к девяностым годам повышение благосостояния нашего общества, но и окажет влияние на другие аспекты его развития.

Ожидается, что ЭВМ пятого поколения будут успешно использоваться при разрешении проблем, связанных с энергетикой, старением общества и т. п. Предполагается также, что эти ЭВМ дадут импульс развитию тех отраслей промышленности, которые испытывают затруднения в повышении эффективности и производительности, и, наконец, общество в целом по мере расширения сферы применения ЭВМ будет все более приближаться к изобилию*.

3) Широкое применение компьютеров в ранее не освоенных областях окажет активное воздействие на прогресс всего человечества.

Исследования в области искусственного интеллекта дадут возможность лучше понимать различные механизмы нашей жизни. Автоматический перевод на множество языков народов мира будет содействовать взаимопониманию людей. Базы знаний обеспечат машинное хранение и эффективное использование того, что веками накапливало человечество. Применяя компьютеры, люди смогут быстрее и более глубоко познавать новое.

4) Эксперименты в организациях, ведущих перспективные исследования и разработки.

* Путь к изобилию посредством насыщения всех сфер хозяйственной и социальной жизни компьютерами и роботами — идея с социально-экономической точки зрения вовсе не очевидная. Достаточно поставить вопрос так: *сможет ли Япония достичь изобилия, насытив свою промышленность самыми современными, вычислительными машинами, но будучи отрезанной от остального мира, в первую очередь от тех, кто снабжает ее жизненно важными продуктами и сырьем, чтобы увидеть некоторые новые грани этой весьма сложной проблемы?* Необходимо сознавать, что своими успехами в технологии, в развитии промышленности Япония обязана не только внутренним усилиям, хотя без них этих успехов, конечно же, не было бы. Процветание Японии в значительной мере связано с растущим аккумулярованием (вследствие специфики международного капиталистического разделения труда) конечных результатов тех усилий, которые предприняты трудящимися в многочисленных странах — торговых партнерах Японии, в основном в развивающихся странах.

Огромную роль в объяснении японского феномена играет такой фактор, как спора японской промышленности на природные и трудовые ресурсы значительной части мира. Поэтому технический прогресс, в том числе и прогресс в области вычислительных средств и робототехники, нельзя рассматривать изолированно от общих социально-экономических процессов. Далеко не все научные и технические достижения ведущих капиталистических стран являются внутренне воспроизводимыми в том смысле, что соответствующие технологии оказались бы конкурентоспособными, не будь в современном мировом капиталистическом хозяйстве жесткого расслоения воспроизводственных структур. Благодаря тому, что наиболее природоемкие и трудоемкие производства интенсивно выносятся в развивающиеся страны, благодаря явно несправедливым условиям обмена с этими странами ведущие капиталистические государства имеют возможность сосредоточить в своих руках мощь, позволяющую создавать и использовать технологии, в значительной своей части нерепродуцируемые для мира в целом. Изобилие на одном полюсе капиталистической системы непременно сопряжено с ростом нищеты на другом полюсе мирового капиталистического хозяйства. — *Примеч. ред.*

Представляется весьма важным проведение общенациональной проверки потенциала исследовательских и конструкторских организаций, которые существуют в течение длительного времени. Такие организации будут реализовывать большинство из разрабатываемых сейчас проектов. Проверка могла бы рассматриваться как своего рода экспериментальный проект для будущих проектов. Содействие подобным экспериментам позволит создать среду для проведения оригинальных исследований.

1.2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

ЭВМ пятого поколения необходимы как для выполнения предельно широкого круга сложных функций при решении ряда проблем, стоящих перед компьютерной техникой уже сегодня, так и для удовлетворения потребностей девяностых годов. Ожидается, что в этот период сфера применения ЭВМ существенно расширится. Рассмотрим общие функциональные требования к ЭВМ пятого поколения.

(1) Повышение интеллектуального уровня компьютеров и обеспечение простоты их применения

1) Реализация ввода-вывода графики, изображений, документов, речи.

Развитие функций ввода-вывода, т. е. процесса взаимодействия человека и машины, представляет первостепенную важность для облегчения работы с компьютерами. В частности, необходимо преодолеть чрезвычайную ограниченность функций ввода-вывода у современных ЭВМ и обеспечить ввод-вывод информации в форме речи, графических данных, изображений, документов и других средств обычного общения между людьми.

2) Возможности диалоговой обработки информации с использованием естественного языка.

По мере того как ЭВМ будут все глубже проникать в сферу деятельности нашего общества, должны быть обеспечены более благоприятные возможности для того, чтобы пользователь-непрофессионал мог взаимодействовать с ЭВМ и иметь непосредственный доступ к необходимой ему информации. Таким образом, развитие возможностей диалогового общения с компьютером на естественном языке представляется весьма полезным.

3) Возможность применения хранимых знаний в практических целях.

Управление информацией, представленной в графической или речевой форме, а также в форме текста на естественном языке, не исчерпывается функциями ввода. Компьютер способен выполнять поставленные перед ним задачи только используя знания, необходимые для понимания вводимой информации.

Чтобы обеспечить более эффективное применение компьютеров в качестве инструмента при решении различных задач, их следует «оснащать» специализированными знаниями, т. е. базами знаний

з тех областях, где они используются, способствуя вовлечению этих знаний в реальную деятельность. ЭВМ позволяет уменьшить тот груз обязанностей, который обычно возлагается на операторов, а возникающие на основе таких компьютеров системы станут более приспособлены для выполнения своих функций.

4) Обучаемость, способность к ассоциативным построениям и получению выводов.

Поскольку в ЭВМ происходит накопление знаний, предназначенных для их эффективного использования, естественным оказывается стремление наделить компьютеры способностями, подобными тем, которыми обладаем мы сами, а именно способностями к обучению, к построению ассоциаций и получению выводов. Обладая такими навыками, компьютеры смогут уяснить даже нечетко сформулированные запросы, а используя имеющиеся средства для почти неограниченного запоминания информации, будут все более оправдывать свое предназначение в качестве средства для расширения возможностей человечества.

(2) Упрощение процессов создания программных средств

1) Автоматизация обработки, базирующаяся на описании исходных требований.

В настоящее время разработка программных средств стоит гораздо дороже, чем разработка аппаратуры, причем потребность в программных средствах будет возрастать. Поэтому необходимо повысить степень автоматизации самого процесса создания программного обеспечения. В качестве идеала можно представлять себе ситуацию, когда программа для ЭВМ синтезируется непосредственно на основе спецификаций требований, задаваемых на естественном языке.

2) Реализация средств верификации в языках программирования и соответствующие преобразования в архитектуре ЭВМ.

Язык программирования в процессе формирования программ реализует непосредственный интерфейс между человеком и машиной. Простота пользования этим языком и его описательные возможности существенно сказываются на тех трудностях, которые приходится преодолевать, развивая программное обеспечение. Крайне желательно создание как перспективных языков сверхвысокого уровня, способных поддерживать развитые средства верификации и повысить общую надежность программ, так и машин, архитектура которых была бы ориентирована на такие языки.

3) Совершенствование вспомогательных средств программирования и обеспечение разумного взаимодействия пользователей и системы.

Для повышения производительности процессов, связанных с созданием программ, необходимо развивать не только языки, но и вспомогательные средства программирования, обеспечивая разумное взаимодействие между пользователями и системой. Требования к характеру такого взаимодействия являются общими для всех видов доступа к ЭВМ, будь то доступ к базе данных с целью

выборки нужной информации или доступ к базе знаний с целью получения новых представлений, необходимых для решения незнакомой задачи.

4) Использование существующих программных фондов.

Хотя возможности традиционных ЭВМ расширяются, а их эксплуатационные качества улучшаются, возникновение новых задач в конце концов приводит к положению, с которым эти компьютеры не в состоянии справиться. Вместе с тем хотелось бы возможно более полно использовать созданные к этому времени программные средства. Поэтому предпочтение будет отдаваться системам, достаточно гибким в том смысле, что они позволяют пользоваться программами, ориентированными на традиционную архитектуру.

(3) Совершенствование общих характеристик и эксплуатационных качеств в целях удовлетворения социальных потребностей

1) Улучшение соотношения затрат и результатов.

Общим требованием, которому должен удовлетворять технический прогресс в любой отрасли промышленного производства является улучшение соотношения затрат и результатов. В девятых годах такое улучшение для совокупности аппаратных программных средств должно достичь значительных размеров.

2) Легкие и компактные ЭВМ.

Благодаря прогрессу в технике интегральных схем ожидается уменьшение веса и размеров компьютеров. В девяностых годах получат распространение портативные ЭВМ с развитыми функциональными возможностями, машины для многоязычного перевода, а также разнообразные виды оборудования и приборов, оснащенных компьютерами с высокими эксплуатационными качествами.

3) Скоростные мощные ЭВМ, соответствующие новым областям применения.

Можно утверждать, что требования к скорости обработки объема памяти как к основным характеристикам ЭВМ будут расти и впредь. При повышении производительности и объема памяти компьютеров вновь встанут на повестку дня проблемы, связанные с решением многих задач, которые считаются недоступными для традиционных машин. Реализуемость описанных выше систем определяется тем, насколько существенно улучшатся основные эксплуатационные характеристики компьютеров. Если такое улучшение будет достигнуто, то появится возможность пользоваться в незнакомой ситуации имитационными моделями высокой точности, что, в свою очередь, будет способствовать расширению наших потенциальных возможностей решения задач*.

4) Разнообразие и приспособляемость.

* Многолетний опыт применения ЭВМ, их внедрения в хозяйственную научно-исследовательскую практику свидетельствует, что сами по себе вычислительные средства являются лишь инструментом, а надежды на построение имитационных моделей высокой точности далеко не всегда оправданы. Та

До настоящего времени большей частью выпускались компьютеры общего назначения с достаточно жесткой аппаратной конфигурацией. Компьютерная система девяностых годов должна допускать больше вариантов конфигурации, обладать гибкостью и приспособляемостью к конкретным условиям ее использования. гибкая адаптируемость должна, в частности, обеспечиваться дуальным принципом построения аппаратных и программных средств.

5) Обеспечение высокой надежности.

По мере того как компьютеры находят все более широкое применение в разнообразных сферах деятельности общества, терб, нанесенный сбоями, становится все более серьезным. В связи с этим приходится предъявлять высокие требования к надежности создаваемых систем. Компьютерные системы должны не только обеспечивать автоматическое обнаружение и устранение последствий сбоев, но и с помощью специального оборудования и средств машинного интеллекта предотвращать такие ситуации, когда компьютер «идет вразнос».

6) Развитие функции защиты секретности.

Ожидается, что компьютерные системы будут широко применяться в социальных службах. Поэтому они должны обладать развитыми функциями защиты секретности. Необходимо, чтобы эти системы были встроены специальные механизмы для предотвращения преступлений, которые могут быть совершены с помощью компьютера, а также средства защиты от несанкционированного использования ЭВМ.

1.3. ЦЕЛИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

ЭВМ пятого поколения будут по существу системами обработки информации, заключенной в накопленных знаниях. Конструкция этих систем будет опираться на новые теоретические построения и новые технические решения. Такие компьютеры обеспечат прогресс с точки зрения выполняемых ими функций, которые, как ожидается, смогут удовлетворить требованиям девяностых годов, позволят преодолеть ограниченность, присущую традиционным вычислительным устройствам.

1.3.1. БАЗОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ

Компьютерные системы пятого поколения будут обладать развитыми функциями, которые позволят им решать серьезные задачи весьма высокого интеллектуального уровня. По своим возмож-

модели удастся создать лишь при условии, что использование ЭВМ сопряжено с адекватным содержательным проникновением в суть процессов, происходящих в природе и в социальной жизни, а само обращение к услугам компьютеров оправдано постановкой соответствующих задач и обеспечено методами, соответствующими конкретной цели. — *Примеч. ред.*

ностям эти системы приблизятся к интеллекту человека, а интерфейс человек-машина по сравнению с традиционными системами станет существенно больше ориентирован на человека. На рис. 4.4 приведена концептуальная диаграмма, характеризующая компьютерные системы пятого поколения. Как показано на рисунке, между человеком и существующими в настоящее время ЭВМ расположен мощный механизм решения задач, опирающийся на процедуры понимания проблемы и получения вывода, а также на базу необходимых для этого знаний (см. с. 49).

Модели допускают реализацию исключительно посредством программного обеспечения, а функции машины — с помощью аппаратного. В отличие от нынешних ЭВМ компьютерные системы пятого поколения примут на себя следующие обобщенные функции:

- 1) понимание описания проблемы и необходимых спецификаций;
- 2) синтез процедур обработки;
- 3) оптимизацию распределения функций между машиной (аппаратными средствами) и процедурами обработки (программными средствами);
- 4) синтез ответа, базирующегося на результатах, полученных средствами машины;
- 5) функции интеллектуального общения, обеспечивающие понимание речи, текстов на естественном языке, изображения и т. п.

Базы знаний для поддержания этих функций охватывают следующие виды информации:

- 1) лингвистические знания, обеспечивающие взаимодействие человека и ЭВМ;
- 2) знания в области решаемых задач;
- 3) знания относительно систем самой машины.

1.3.2. КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Рис. 4.4. (см. с. 53) отражает нынешние представления о структуре системы программного обеспечения. Перечислим функции, которые должны выполнять образующие ее элементы.

(1) Базовые программные средства

Базовые программные средства образуют ядро всей системы программного обеспечения и, в свою очередь, состоят из трех систем: системы решения задач и получения выводов, системы управления базами знаний и системы интеллектуальных интерфейсов. Указанные три системы реализуют основные функции ЭВМ пятого поколения.

(2) Интеллектуальная система обеспечения системотехнических исследований

Система обеспечивает проектировщика интеллектуальными сред-

ствами, оказывающими ему существенную помощь в проведении системотехнических исследований. Она, в свою очередь, состоит из трех систем: интеллектуальной системы программирования, системы проектирования баз знаний и интеллектуальной системы проектирования СБИС.

(3) Интеллектуальная сервисная система

Функции этой системы состоят в том, чтобы облегчить пользователю работу с компьютерной системой в целом и обеспечить высокую надежность ее функционирования. Система включает средства совместимости с программами, базами данных, рассчитанными на другие машины, справочные средства пользователя, а также средства автоматического контроля и восстановления.

(4) Основные базы знаний

Основные базы знаний предназначены не только для хранения накопленных достоверных знаний общего характера, необходимых пользователю, но и для обеспечения функционирования самой системы. Существует три типа таких баз: общая база знаний, которая необходима для средств, обеспечивающих понимание текстов на естественных языках, системная база знаний и базы прикладных знаний, содержащие специальные знания, относящиеся к различным предметным областям.

(5) Базовые прикладные системы

Можно указать следующие типы базовых прикладных систем: система машинного перевода;

система «запрос — ответ»;

система понимания речи на естественно-специализированном языке;

система распознавания образов и графических представлений (для различных предметных областей);

система для решения прикладных задач.

(6) Прикладные системы

Следующие прикладные системы могут служить примерами подобных систем, активно использующих накопленный в компьютере запас знаний:

интеллектуальная компьютеризованная инструментальная система для решения инженерных задач или задач проектирования; интеллектуальная обучающая система;

интеллектуальная система, автоматизирующая конторскую деятельность;

интеллектуальный робот.

1.3.3. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КОНФИГУРАЦИИ АППАРАТНОЙ СИСТЕМЫ

Семейство ЭВМ пятого поколения будет состоять из машин всех классов, способных удовлетворять требованиям, которые выдвигаются на различных направлениях их применений. Все машины

должны поддерживать общие языки и выполнять следующие три основные функции (в скобках указаны элементы существующих вычислительных систем, участвующих в реализации этих функций):

1) решение задач и получение выводов (центральный процессор);

2) поддержку базы знаний (основная память со средствами реализации режима виртуальной памяти и система файлов);

3) обеспечение интеллектуального общения человека и машины (каналы ввода-вывода и устройства ввод/вывод).

На рис. 4.5 изображена конфигурация вычислительной системы пятого поколения в соответствии с нынешними представлениями (см. с. 56). Структура этих машин формируется с учетом функций новых элементов, входящих в их архитектуру, включая также механизм, обеспечивающий обработку потока данных. При этом каждая система должна представлять собой комбинацию машин, каждая из которых ориентирована на выполнение конкретных функций и имеет индивидуальное применение.

Машины с конфигурацией, приведенной на рис. 4.5, могут быть включены в локальную или глобальную сеть, которая используется как большая система распределенной обработки; отсюда ясно, как на базе отдельных компьютеров можно строить мульти-системы.

1.4. ТЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

В табл. 4.2 (см. с. 58) приведены разделенные на семь групп двадцать шесть тем исследований и разработок, связанных с созданием вычислительных систем пятого поколения. Как следует из рис. 4.6 исследования и разработки распределяются по четырем направлениям. Эта программа будет действовать на начальном, промежуточном и конечном этапах, причем, по мере того как будут достигнуты новые результаты, она будет пересматриваться в свете новых технологических тенденций. Создание прототипа системы ЭВМ пятого поколения планируется закончить в 1990 г. Для успешного завершения данной программы необходимо как можно скорее разработать мощные средства ее реализации, такие, как инструментальные средства производства программ, индивидуальные компьютеры с развитыми функциями, системы автоматизированного проектирования СБИС, сети ЭВМ и т. п.

2. ПРЕДПОСЫЛКИ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ СОЗДАНИЯ ЭВМ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ, И ЕЕ ЗНАЧИМОСТЬ

2.1. СОЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЭВМ ДЕВЯНОСТЫХ ГОДОВ

Японское общество находится на пороге переходного (в различных смыслах этого слова) периода. Наш век — век перемен в разнообразных сферах, например в энергетике, и наряду с задачами построения богатого либерального общества и преодоления трудностей, связанных с ограниченностью сырьевых и энергетических ресурсов, мы, будучи экономически развитой страной, должны вносить определенный вклад в международную кооперацию*.

Ожидается, что большую роль в формировании направления, в котором нам предстоит двигаться, сыграет расширение сферы информационного обслуживания и информационной индустрии, базирующейся на компьютерах. В девяностых годах, в период широкого применения ЭВМ пятого поколения, системы обработки данных станут основным инструментом в различных областях деятельности, включая экономику, промышленность, науку, искус-

* Общественно-политическая ориентация авторов данного отчета весьма прямолинейно сформулирована в тех нескольких фразах, где предпринята попытка определить международное значение проекта на фоне происходящих в мире перемен. Процессы «построения богатого либерального общества и преодоления трудностей, связанных с ограниченностью сырьевых и энергетических ресурсов» рассматриваются ими как изолированные или, по крайней мере, слабо зависящие один от другого.

Международное разделение труда трактуется при этом главным образом как обмен деятельностью между индустриально развитыми странами. Отсюда выводится и задача для Японии — найти по возможности более выгодное место в этом обмене. Для технократа даже не возникает вопроса о том, является ли выдвинутая в проекте идея сосредоточения в Японии деятельности, связанной с хранением, обработкой и использованием знаний, демократической. Упрощенные взгляды на общественно-политические проблемы, как это обычно и случается, ведут к идеям, внешне привлекательным, а по сути своей утверждающим лишь новые формы господства.

В связи с содержащимися в данном проекте надеждами возникают далеко не праздные вопросы: сможет ли Япония реализовать столь амбициозный проект? В интересах ли это тех транснациональных корпораций, которые проводят собственную политику и ориентированы при этом на интересы, отличные от интересов Японии? К чему реально могут привести предпринимаемые усилия? Во всяком случае трудно рассчитывать, что Японии удастся вырваться из той структуры международного капиталистического разделения труда, в которой она занимает высокое, но не наивысшее положение. — *Примеч. ред.*

ство, управление, международные связи, образование, культуру. Они войдут в повседневный обиход, позволят найти ответы на вопросы, возникающие в связи с изменениями окружающей среды. Предполагается, что системы обработки информации сыграют активную роль в разрешении прогнозируемых социальных проблем и будут способствовать продвижению общества в наиболее желательном направлении развития, что, в свою очередь, создаст условия для эффективного использования возможностей этих систем.

Если попытаться представить себе общество девяностых годов, то функции систем обработки информации в формировании такого общества можно было бы сформулировать следующим образом:

(1) Достижение более высокой результативности в тех сферах хозяйственной деятельности, где в этом ощущается особая потребность

В условиях применения компьютеров для управления процессами производства и сборки изделий качество продукции и производительность труда во вторичных (обрабатывающих) отраслях промышленности чрезвычайно возросли, причем в связи с применением промышленных роботов ожидается и дальнейший рост. Однако первичные отрасли (например, сельское хозяйство и рыболовство), а также третичные отрасли (сфера обслуживания) в этом плане остаются почти на прежнем уровне. Примерами малопродуктивных областей деятельности являются обработка документов, конторская деятельность, принятие решений в управлении; не случайно основная цель автоматизации конторской деятельности формулируется как повышение производительности труда конторских служащих. Перечислим характерные черты автоматизированной конторской системы будущего:

1) Возможность обработки текстов непосредственно на японском языке (требование японских фирм).

2) Возможность выполнения заданий, которые не были предопределены заранее; свободное манипулирование нечисловыми данными, такими, как данные, содержащиеся в документах, графические данные, изображения, речь и т. п.

3) Консультативные функции, реализуемые с применением механизмов обучаемости и получения выводов, средств накопления знаний и обеспечения пользователей информацией, адекватной их требованиям.

4) Различные базы данных для удовлетворения развитых информационных потребностей, а также человеко-машинное общение, реализуемое на основе искусственного интеллекта и используемое в процессах подготовки и принятия решений.

(2) Успешная конкуренция на мировых рынках и участие в международном разделении труда

Япония имеет ограниченную территорию, плотность ее населения почти в 40 раз превышает плотность населения США. Страна не в состоянии полностью обеспечить себя продуктами питания, а ее способность обеспечить себя энергией и нефтью позволяет удов-

детворить потребности в них лишь соответственно на 15 и 0,3 %. С другой стороны, Япония располагает мощной армией рабочих с хорошей профессиональной подготовкой, и это желательно использовать для культивирования информации как нового вида ресурса, сравнимого с продовольственными и энергетическими ресурсами, и для оказания существенного воздействия на развитие информационной индустрии, которая могла бы обеспечить обработку информации будущего и управление ею.

Тем самым не только повысилась бы конкурентоспособность Японии на мировой арене, но и появилась бы возможность, развивая технологии, обеспечивающие интенсификацию процесса углубления знаний, вносить свой вклад в международное разделение труда. Предметом такого вклада могло бы стать:

- 1) Создание и поддержка различных баз данных.
- 2) Обеспечение международного обмена посредством развития систем, предназначенных для перевода и интерпретации.
- 3) Повышение производительности труда путем применения интеллектуальных роботов.
- 4) Ускорение исследований и разработок на основе использования систем автоматизированного проектирования.

Хотя до сих пор Япония в основном лишь воспринимала достижения ведущих в области вычислительной техники стран, настало время разрушить эту изжившую себя традицию, сконцентрировать усилия на создании новых вычислительных средств, базирующихся на собственных концепциях, и, действуя в рамках международной кооперации, дать миру новую технологию.

(3) Экономия энергии и ресурсов

Одна из самых важных проблем, возникших перед человечеством в настоящее время, заключается в наиболее эффективном использовании ограниченных ресурсов. Информационная индустрия может быть использована для реализации следующих задач, связанных с решением этой проблемы:

- 1) Минимизация и оптимизация потребления энергии.
- 2) Повышение эффективности средств преобразования энергии.
- 3) Моделирование в целях создания новых источников энергии.
- 4) Снижение производственного энергопотребления (на основе автоматизированного проектирования и автоматизированного управления производством).
- 5) Увеличение времени эксплуатации производственного оборудования за счет обнаружения и автоматического устранения неисправностей.
- 6) Обеспечение рассредоточенной разноаспектной деятельности путем распространения распределенных информационно-вычислительных систем.

Нет необходимости говорить о том, что информационная индустрия представляет собой интенсивно использующую знания и не потребляющую природные ресурсы отрасль.

(4) Управление социальными процессами, связанными со старением общества

В девяностых годах люди в возрасте 65 лет и старше будут составлять до 12 % населения страны. Быстрый рост расходов на медицинское обслуживание и другие социальные нужды наряду со снижением численности работоспособных может привести к серьезным социальным проблемам. К этому мы должны быть готовы, и, чтобы встретить эти проблемы во всеоружии, необходимо:

1) развивать и совершенствовать медицинские и другие связанные с ними системы обработки информации, а также системы управления здравоохранением;

2) развивать системы, помогающие обеспечить людей запчастями, которые соответствуют их физическим возможностям;

3) развивать компьютеризованные обучающие системы, которые позволяли бы престарелым людям повышать уровень образования;

4) развивать системы распределенной обработки, позволяющие людям работать непосредственно у себя на дому.

По мере того как обработка информации приобретает все большую значимость в деятельности общества, «отношения» между ЭВМ и обществом становятся все более сложными и разнообразными. Компьютер должен стать инструментом, способным сосуществовать со средствами, традиционно применяемыми человеком. Развивая информационную индустрию, необходимо особо заботиться о том, чтобы никто не смог использовать компьютеры как орудие манипулирования людьми или обернуть компьютеризацию против человечества. Целью разработки ЭВМ пятого поколения прежде всего является содействие прогрессу и благополучию человечества.

2.2. ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Развитие вычислительной техники от ее зарождения до наших дней последовательно ориентировалось на повышение скорости выполнения операций, а также на создание памяти большой емкости. Традиционные средства вычислительной техники характеризуются перечисленными ниже свойствами.

1) Компьютеры конструируются главным образом для численных расчетов безотносительно к тому, применяются они в сфере науки или в сфере бизнеса, в то время как функции обработки символики, изображений и т. п. сведены до минимума.

2) Поскольку стоимость аппаратуры высокая (что, в частности, нашло свое отражение в последовательном характере выполнения программ), основная идея конструирования состоит в минимизации ее функций, а главным критерием является достижение высокой эффективности реализации тех функций, которые решено сохранить.

3) Тенденция к улучшению соотношения «стоимость/производительность» приводит к централизации обработки и к быстрому росту масштабов систем.

4) В общей стоимости разработки доля затрат на программные средства, необходимые для обеспечения функционирования больших вычислительных систем и эффективного их использования, постепенно возрастает. Это приводит к унификации архитектуры.

С учетом последних достижений вычислительной техники и изменений требований пользователей различия традиционных и перспективных систем можно охарактеризовать следующим образом.

1) Современные ЭВМ не оснащаются средствами для обработки таких нечисловых данных, как символика, тексты, речь, графические представления, изображения и т. п. Ожидается, что перспективные компьютеры будут иметь развитые возможности ассоциативной обработки и получения выводов, что входит в понятие искусственного интеллекта. Необходимость в таких компьютерах связана с расширением сферы применения систем обработки информации и спектра видов обработки, а также с реализацией информационных систем, обладающих высоким уровнем интеллекта.

Предполагается также появление компьютеров новой архитектуры, которые будут способствовать практическому использованию систем управления информацией, таких, как системы баз данных и баз знаний. Желательно создать компьютеры, поддерживающие совершенный человеко-машинный интерфейс, что упростит работу с компьютером, и реализующие новые функции обработки, которые эффективно расширят возможности человека.

2) Производительность традиционных систем во многом повышалась за счет развития элементной базы, а усилия, направленные на кардинальное усовершенствование самих систем, до сих пор оказывались бесплодными. Однако, поскольку быстрое действие элементов имеет предел, определяемый скоростью света, необходимо добиваться повышения производительности компьютеров комбинационными способами, имея в виду как элементную базу, так и саму систему; в последней следует предусмотреть средства параллельной обработки. Это существенно не только для реализации объемных численных расчетов (таких, как решение дифференциальных уравнений в частных производных) и для моделирования различных систем, но и для повышения скорости ассоциативной обработки и получения выводов. Следует ввести в практику использование различных систем управления параллельной обработкой, включая предлагаемые системы управления потоком данных, принципиально отличные от традиционных систем последовательной обработки.

3) Благодаря разнообразию областей применения и достижениям в технологии БИС достоинства систем распределенной обработки предстают теперь в новом свете. Системы распределенной обработки можно приближенно отнести к одной из двух катего-

рий. Первая категория предполагает территориальную форму распределенности, когда средства обработки и базы данных размещены в ряде пунктов и обслуживаются группами ответственных лиц, а коллективный доступ к этим ресурсам обеспечивается посредством соответствующих телекоммуникаций. К другой категории относятся такие системы, в которых различные специализированные процессоры связаны друг с другом посредством высокоскоростных шин и т. п. Очевидно, что подобная система является альтернативой системе с относительно небольшим числом однородных процессоров, связанных с общей основной памятью. Первый способ интеграции может быть применен для построения больших информационных систем, ориентированных на пользователя, в то время как второй выступает на практике как средство реализации систем, отвечающих разноплановым требованиям.

4) Стоимость процесса создания программного обеспечения постоянно возрастает, и в то же время повышение производительности этого процесса сопряжено с рядом трудностей. Хотя уже есть предложения по совершенствованию архитектуры компьютеров, способных непосредственно воспринимать языки высокого уровня, а функции операционных систем (ОС) постепенно переводятся на уровень аппаратно-программной реализации, проблема использования накопленного программного обеспечения все еще остается актуальной, а конструкция компьютеров по-прежнему следует устаревшим архитектурным концепциям. Необходимо приложить определенные усилия, чтобы подготовить среду для внедрения такой архитектуры, которая соответствовала бы сферам применения, открываемым новым веком. Успешное решение этой проблемы непосредственно связано с возможностями повышения эффективности и ускорения процесса разработки программных средств.

2.3. СУЩЕСТВУЮЩАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БАЗА И ОЖИДАЕМЫЕ НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

В последние десять лет в различных областях техники, связанной с производством ЭВМ, в том числе в технике БИС, были достигнуты выдающиеся результаты; еще больших успехов можно ожидать в ближайшей перспективе.

Ниже характеризуются компоненты технической и теоретической базы ЭВМ девяностых годов.

(1) Техника СБИС

В обеспечении количественного скачка при создании вычислительной техники будущего важная роль отводится использованию БИС и СБИС. Такие интегральные схемы успешно применяются для производства памяти, однако основную значимость приобретает создание устройств, которые объединяют функции хранения и обработки данных; характерным примером могут служить ассоциа-

тивные запоминающие устройства. Первый шаг в этом направлении был сделан при появлении микропроцессоров. В ближайшие годы на основе СБИС станет возможным создание аналогов современных мощных процессоров, которые будут представлять собой один кристалл с сотнями тысяч логических элементов. Это лишит традиционную технологию, связанную с конструированием и эксплуатацией ЭВМ, основного преимущества, которое заключалось в эффективном использовании простых логических элементов. Иными словами, сейчас зарождается технологическая база, позволяющая создавать компьютеры, полностью отличающиеся от существующих наличием некоторого сходства с искусственным мозгом.

Получат распространение индивидуальные компьютеры, по функциям и производительности сравнимые с существующими большими ЭВМ; будет пересмотрен перечень тех функций, которые до сих пор считались практически нереализуемыми; перед новыми компьютерами, обладающими развитыми функциональными возможностями и высокой производительностью, откроются новые области применения.

Вместе с тем на первый взгляд «всемогущие» СБИС наталкиваются на следующие ограничения:

- 1) интегральная схема должна иметь небольшие размеры;
- 2) соединения приобретают почти такое же значение, что и элементы схемы;
- 3) несмотря на то, что повторяющиеся фрагменты схемы сконструировать несложно, безошибочное проектирование нестандартных схем для больших систем связано со значительными трудностями.

Чтобы получить наибольшую отдачу от применения техники СБИС, нужно сначала разработать алгоритмы размещения компонентов для двумерной структуры СБИС и реализовать системы автоматизированного проектирования СБИС, которые включали бы средства оценки, основывающиеся на моделировании, а также средства формирования тестовых данных; последние два средства необходимы для обнаружения ошибок и предотвращения их появления в окончательной конструкции. Идеалом служит интеллектуальная система автоматизированного проектирования, центральный компонент которой — база знаний, способная успешно использовать данные, полученные в ходе ранее реализованных процессов проектирования, и представляющая собой дополнительный источник знаний для проектировщика *.

* В проекте сделан значительный крен в сторону преобразований структурного характера. В принципе, это оправдано, ибо идет вразрез с довольно общим заблуждением, когда считают, что преобразования содержательного характера (в частности, освоение новых высокоскоростных элементов) требуют много времени, а структурные изменения можно осуществить почти мгновенно, если «догадаться», как организовать элементы в структуру. Своевременные структурные решения, конечно же, полезны и необходимы. Однако они способны лишь «организационно» закрепить то, что уже зародилось и требует признания. Сами по себе никакой революционизирующей роли они не играют. Основной

(2) Техника высокоскоростных элементов

Весьма важная задача — внедрение в производство компьютеров таких элементов, как галлий-арсенидовые элементы или элементы, использующие эффект Джозефсона, которые обладают большим быстродействием, чем кремниевые. Хотя развитие элементной базы не является предметом данной программы (эта задача решается в рамках другого проекта), важность этой проблемы не отрицается. Необходимо создать и внедрить технологию СБИС, которая базируется на использовании таких элементов **. Поскольку процесс внедрения технологии продолжается много лет, представляется невозможным рассматривать такие элементы в качестве основы создания ЭВМ пятого поколения, что и явилось причиной исключения связанных с ними проблем из данной программы. Тем не менее необходимо отслеживать процессы развития упомянутой элементной базы с тем, чтобы на промежуточной стадии реализации проекта, как только подтвердятся показатели быстродействия элементов и возможности их промышленного применения, внести в проект соответствующие дополнения.

Высокое быстродействие элементов создает предпосылки для повышения производительности компьютеров: проектирование высокопроизводительных систем на основе скоростных элементов не сопряжено с такими трудностями, как конструирование систем параллельной обработки. Кроме того, элементы, использующие эффект Джозефсона, обладают большим преимуществом — их применение для запоминания данных практически не связано с потреблением энергии.

Оптическая техника связи смогла бы найти широкое и разнообразное применение в устройствах ввода-вывода и системах передачи данных, а также в периферийных запоминающих устройствах, особенно в устройствах, предназначенных для хранения базы знаний, которая не требует перезагрузки. Оптическая техника связи весьма эффективна в обеспечении высокоскоростной передачи данных и может быть уже сейчас использована в локальных сетях, функционирующих в пределах одного здания. Эта техника является одним из первичных факторов развития распределенной вычислительной среды.

акцент именно на структурных решениях следовало бы считать наиболее уязвимым местом проекта, если бы на деле они не реализовывались в тесном контакте с иными проектами, связанными с решением проблем материального обеспечения. — *Примеч. ред.*

** Обычное противоречие «чтобы иметь, нужно сделать; чтобы сделать, нужно иметь» может стать тем сдерживающим фактором, который несколько отодвинет сроки реализации проекта. Создание СБИС, адекватных поставленной цели, и их широкое промышленное производство — вот две наиболее сложные задачи, решение которых немислимо без привлечения всего арсенала знаний и навыков, накопленного не только технологами, но и наиболее квалифицированными создателями программного обеспечения современных компьютерных систем. В этой области японским специалистам придется еще совершенствоваться. — *Примеч. ред.*

(3) Параллельное развитие техники связи

Технология СБИС ориентирована на массовое производство и предусматривает расширенное использование этих интегральных схем. Миниатюризация СБИС открывает новые возможности для развития систем с распределением функций и нагрузок, а также для организации параллельной обработки. Вместе с тем для развития технологии распределенной обработки следует обеспечить более тесное взаимодействие между развитием вычислительной техники и техники связи.

Необходимо создать технику, которая даст возможность соединить локальную сеть, непосредственно связанную с компьютером, с глобальной сетью, а затем построить систему, позволяющую достаточно просто реализовать распределенную базу данных и распределенные вычислительные процессы. Работы по созданию основы реализации распределенных систем главным образом ориентируются на использование передовой техники, например средств оптической связи. Дальнейшие усилия следовало бы приложить в более широком диапазоне, начиная от технологических исследований и разработок и кончая проблемами стандартизации.

Некий идеал, на реализацию которого можно рассчитывать в ближайшие годы, представляет собой общенациональную или общемировую информационную систему, которая посредством коммуникационной сети обеспечивала бы любому потребителю простой доступ к релевантной информации.

(4) Техника параллельной обработки

Как уже говорилось, скорость выполнения операций, которой можно достичь, применяя перспективную элементную базу, ограничена скоростью света, что предопределяет роль систем параллельной обработки типа магистральных и матричных систем. Особенно высокая скорость выполнения операций требуется при проведении объемных численных расчетов, таких, как решение дифференциальных уравнений в частных производных, а также при моделировании больших систем. С появлением БИС системы параллельной обработки получили широкое распространение. Намечается и дальнейший прогресс, однако возможности средств управления параллельной обработкой при ориентации на универсальное применение ограничены. В настоящее время считается, что возможностями естественного использования порождаемого алгоритмами параллелизма обладают средства управления, базирующиеся на концепциях потока данных. Поскольку для механизмов, подобных механизму получения выводов, характерным является естественный параллелизм, предполагается, что машины потока данных станут эффективным средством ликвидации многих узких мест, присущих современным компьютерам*.

* Увеличение возможностей ЭВМ не за счет наращивания их мощности, а в результате более полного использования потенциала самих компьютеров становится весьма перспективным направлением. Вместе с тем реализация параллельной обработки информации при современных конструктивных особенностях вычислительных машин наталкивается на принципиальные ограничения, поскольку

(5) Программное обеспечение

Проблемы, связанные с созданием программного обеспечения информационных систем, равно как и тот факт, что его развитие и поддержка требуют применения дорогостоящих средств, давно известны. Существует множество предложений по повышению производительности программного обеспечения, которые частично реализованы при создании высокоуровневых языков программирования, например модульный принцип организации программ, механизм абстрактных типов данных, функциональные, непроцедурные и специализированные языки. Архитектура компьютеров должна не только отражать специфические свойства этих языков с целью обеспечения эффективной реализации процессов, описанных языковыми средствами: следует учитывать и тот факт, что некоторые функции вообще трудно совместимы, если это не поддерживается аппаратными средствами.

Результаты развития базовой теории программирования и связанные с этим предложения по новым моделям вычислений не могут использоваться без предварительной разработки соответствующей архитектуры и языков. Замораживание архитектуры создает опасность для нормального развития информационной технологии.

Следует учитывать, что техника автоматического синтеза и верификации программ постоянно развивается. Хотя в настоящее время не представляется возможным полностью автоматизировать приспособление существующих программ к ожидаемым измене-

требует разработки сложных программных средств управления соответствующими процессом.

Продвижение в результате использования так называемых «машин потока данных» может оказаться существенным в той мере, в какой удастся при конструировании этих «машин» учесть особенности, характерные именно для данного конкретного типа информации, и на этой основе организовать как бы непрерывное ее прохождение через компьютер. В тех случаях, когда данные формируются в рамках теоретически ясных технологических процессов, принципиальных проблем на пути создания «машин потока данных» не возникает. Можно рассчитывать на успех и в отношении той социально-экономической информации, текущее состояние которой предопределяет ряд локальных решений (своевременные выплаты, рассылка напоминаний, регламентация текущих обследований и т. п.); здесь многое уже сделано и многое на очереди.

Гораздо сложнее обстоит дело с более содержательными претензиями социально-экономического характера, когда предполагается, что применение соответствующих «машин» должно способствовать выработке конкретных нерушимых решений. Подобные претензии вполне соответствуют концепциям, характерным для научной среды развитых капиталистических стран. Оценивая подобные идеи, следует, во-первых, сознавать, что уровень обобщения содержательной информации, который принес бы реальный эффект для всего общества, требует кардинального пересмотра ряда базовых установок, имманентных капиталистическому способу производства, и потому в его рамках недостижим. Во-вторых, функционирование систем, основанных на «машинах потока данных», может способствовать закреплению возникающих при этом иллюзий в качестве основы для серьезных хозяйственных решений структурного характера, что не всегда осознается теми, кто принимает решения. Например, ориентация на рост валового национального продукта и выбор соответствующей национальной политики на основе данных, поступающих в систему, могут вести к серьезным диспропорциям в рамках всего хозяйства. — *Примеч. ред.*

ниям в архитектуре компьютеров, вполне возможно создание систем, содействующих реализации этого процесса и существенно снижающих нагрузку на человека, выступающего в роли посредника. Такие системы могли бы применяться также и для подготовки новых программ и для эффективной модификации уже имеющихся, необходимой в связи с изменениями соответствующих функциональных спецификаций. Таким образом, открываются реальные возможности для преодоления кризиса программного обеспечения.

Реализация высокоинтеллектуальной системы, поддерживающей генерацию программ, — это одна из целей, преследуемая созданием ЭВМ пятого поколения.

(6) Искусственный интеллект и техника распознавания образов

Исследования в области систем высокоинтеллектуальных роботов, способных понимать человеческую речь, уяснять ее смысл, находить решения поставленных задач и выдавать ответы, делать машинный перевод и доказывать теоремы, развиваются сравнительно недавно. Более того, работы по некоторым объектам исследований, некогда объявленным пригодными для практического использования, свертываются в связи с большими трудностями их завершения*.

Традиционными предметами плодотворных исследований в области искусственного интеллекта являются языки и знания. Сейчас достигнута такая стадия, когда решение проблем понимания естественного языка и структуризации знаний представляется достаточно близким. Тем не менее соответствующие исследования не вышли за рамки базового уровня, ограниченного небольшим объемом лексики, и узконаправленной предметной ориентации. Проблемы, с которыми придется столкнуться при практическом использовании полученных теоретических результатов, требуют глубокого изучения. Причина этого состоит в следующем:

* Кризис исследований в области искусственного интеллекта не случаен. Он вызван излишней широтой задач, поставленных в период формирования данного научного направления. Сегодня нет сомнения, что ЭВМ, в принципе, способна обеспечить решение весьма громоздкой, но конкретной проблемы, допускающей достаточно ясную и достаточно полную постановку и поддающейся алгоритмизации. Однако ответ на традиционный для читательской аудитории вопрос «может ли машина мыслить?» еще далеко не однозначен. То, что машина уже способна делать, все более походит на мыслительный процесс, по крайней мере если рассматривать общение соответствующей наполненной информации системы с пользователем, который одновременно служит источником новых сведений. Есть ли принципиальное различие в самом способе мышления? Когда речь идет о существующих ЭВМ, то это различие состоит в непреодолимом формализме, в неизбежной последовательности логических процедур, в том, что машина «думает» так, как человек оформляет результаты своей мыслительной деятельности, если стремится придать им форму научности. Для ЭВМ пятого поколения это отличие сохранится, хотя они позволяют в значительной мере устранить ряд других ограничений, характерных для большинства традиционных компьютеров. ЭВМ пятого поколения будут менее «пассивны» в общении с пользователем и не будут нуждаться в постоянной трудоемкой опеке, связанной с генерированием информации и ее предварительным препарированием. — *Примеч. ред.*

1) исследователи-«первопроходцы» имеют тенденцию удовлетворяться принципиальным решением проблем и проявляют меньший интерес к переводу результатов на рельсы практического использования;

2) архитектура современных компьютеров ориентирована в основном на задачи, связанные с обработкой чисел, и она фактически не предусматривает поддержки таких механизмов, как механизм получения выводов, необходимый при реализации искусственного интеллекта. В связи с этим решение соответствующих задач занимает слишком много времени, что непрактично для экспериментов крупного масштаба;

3) подготовка исходных данных и программ, необходимых для экспериментов, связана с очень большими трудозатратами.

Наиболее неблагоприятные из этих причин уходят своими корнями в проблему недостаточной производительности нынешних ЭВМ, поэтому необходимо на ранней стадии реализации настоящей программы обеспечить возможности для создания компьютеров, приспособленных к решению задач, связанных с развитием искусственного интеллекта, и предоставить их ресурсы в распоряжение исследователей.

То же может быть сказано и относительно техники распознавания образов (графики, изображений, речи и т. п.). Применение ЭВМ для развития исследований в области обработки образов, реализация естественного человеко-машинного интерфейса и дальнейшее расширение области наших возможностей требуют создания компьютеров соответствующей архитектуры. Такого рода машины могут сыграть важную роль как средства изначальных, базовых исследований, и в этом качестве их следует развивать на ранней стадии проекта.

2.4. ЗАДАЧИ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ ЭВМ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ И ЕГО ЗНАЧИМОСТЬ

ЭВМ пятого поколения должны соответствовать целям, которые невозможно достичь с помощью современных машин и которые в конечном итоге будут служить разрешению прогнозируемых социальных противоречий девяностых годов. Эти цели могут быть представлены четырьмя обобщенными группами.

(1) Повышение уровня интеллекта компьютеров, а также средств их взаимодействия с человеком

Известно, что пять органов чувств человека способны выполнять свои функции только на основе знаний, необходимых для понимания человеком той информации, которая воспринимается с помощью органов чувств. Для повышения уровня интеллекта компьютеров и расширения возможностей их взаимодействия с человеком необходимо заложить в них знания, относящиеся к области применения этих компьютеров, снабдить их сред-

ствами практического использования заложенных знаний, причем для большей эффективности использования знаний следует предусмотреть механизмы, позволяющие строить выводы на основе формирования ассоциаций, и механизмы обучаемости. Эти требования могут быть удовлетворены путем усовершенствования способов человеко-машинного общения, проведения исследований в области распознавания образов (речь, графика, изображения), разработки средств понимания обыденного языка и создания баз знаний.

(2) Развитие аналогов возможностей человека, а также средств содействия человеку в разработке неизученных областей

Чтобы лучше распределить между человеком и компьютером груз проблем, обусловленных изменением характера ряда базовых процессов, связанных с существованием общества, таких, как преобразование энергии, распределение возрастных уровней и т. п., необходимо повысить уровень интеллекта компьютера до такой степени, при которой он смог бы постичь суть происходящих явлений*. Так, для расширения возможностей органов чувств человека на основе использования компьютерных средств необходимо развивать технику воспринимающих устройств и такие функции, как распознавание образов, когда компьютер, связанный со средствами восприятия, осуществляет выделение отличительных свойств воспринимаемого объекта. Необходимо также развивать средства параллельной обработки, позволяющие реализовать процессы в реальном масштабе времени.

(3) Обеспечение средств ведения и пользования различными формами представления информации

Информация, доступ к которой можно получить посредством современных информационных систем, весьма ограничена в смысле разновидности, количественных показателей и формы представления. Необходимо преодолеть эту ограниченность. Важная роль при этом отводится развитию средств доступа, которые обеспечивают простоту и правильность выбора необходимой информации, а также системам, позволяющим уяснить смысл многих нечетко сформулированных запросов, порождаемых в реальном мире, и, наконец, эффективной технологии нетрадиционного применения компьютеров, например для поддержания систем автоматизированного проектирования или систем, помогающих в принятии решений.

Большое значение имеют и сети ЭВМ, реализующие доступ к распределенным базам данных и базам знаний, обеспечивающим понимание смысла запроса и выдачу ответа.

*Рассчитывать, что ЭВМ обеспечит такое понимание происходящих в обществе перемен, которое недоступно человеку с его развитой способностью к «прорыву» на новые уровни обобщения и интерпретации, — значит придерживаться излишне оптимистичной позиции в отношении обозримых возможностей вычислительной техники. Для решения проблем, содержательных по существу, расчетная и формализованная информация всегда будет оставаться в какой-то мере вспомогательной. — *Примеч. ред.*

(4) Получение новых представлений путем моделирования непознанных ситуаций

Ожидается, что широкое применение моделирования в различных сферах, таких, как наука и техника, управление и общественные процессы, будет способствовать познанию ранее неизвестных ситуаций. При создании сверхскоростных компьютеров, использующих быстродействующие компоненты и обладающих средствами параллельной обработки, станет возможным точное моделирование в таких областях, где оно сейчас считается неприменимым*.

С точки зрения пользователя ЭВМ пятого поколения должны соответствовать следующим пяти принципам.

(1) Простота пользования функциональными возможностями (от пользователя не требуется профессиональная подготовка)

Системы, обеспечивающие естественное общение с пользователем, должны быть оснащены:

- 1) средствами ввода-вывода текстов, речи, графики, изображений и т. п.;
- 2) средствами диалоговой обработки на основе обыденной речи и графических изображений;
- 3) средствами хранения знаний общего характера, а также средствами использования специальных знаний для каждой области применения.

(2) Моделирование «человеческих» функциональных возможностей, таких, как построение доказательств и принятие решений

В идеале логическое доказательство должно входить в функцию компьютера, а человеку должны предоставляться данные для неформального принятия важных решений. Следует развивать следующие функции:

- 1) функции, обеспечивающие автоматический выбор релевантных запросов данных из машинных хранилищ большого объема;
- 2) функции, позволяющие на базе хранимых данных сделать заключение по заранее не известной проблеме;
- 3) функции, связанные с самообучением системы и запоминанием принимаемых решений для последующего использования применительно к новым проблемам.

(3) Гибкость конфигурации, обеспечивающая приспособляемость ЭВМ к условиям выполнения широкого диапазона работ

* Надежды на «точное» моделирование оправданы лишь для тех объектов и ситуаций, в которых структура базовых связей достаточно стабильна и, в принципе, может быть эксплицирована. Если же речь идет о «точном моделировании непознанных ситуаций», то непознанность означает либо отсутствие у нас понимания структуры базовых связей, либо неадекватность имеющихся представлений целям или же методам исследования, т. е. подобного рода деятельность лишена реальной методологической основы. Популярность, например, глобальных моделей, претендующих на описание слабоструктурированных с содержательной точки зрения представлений о разнообразных сторонах жизни человеческого общества, свидетельствует не столько об их научной ценности, сколько о притягательности в качестве средства, выполняющего определенные социальные функции. — *Примеч. ред.*

Для того чтобы можно было свободно выбирать конфигурацию системы, соответствующую различным нестандартным применениям в широком спектре предметных областей, требуется реализовать следующие функциональные возможности:

- 1) возможности настройки системы на оптимальное функционирование с учетом заданных требований;
- 2) возможности управления крупномасштабными вычислительными процессами и большими объемами данных;
- 3) возможности такой настройки системы, которая обеспечит соответствие ее характеристик возрастающему объему работ.

(4) Наличие функций, облегчающих программирование

Эффективное использование накопленного программного обеспечения и его развитие требуют реализации:

- 1) средств для создания и модификации программ с помощью компьютера;
- 2) средств, позволяющих ЭВМ анализировать и обрабатывать общепотребительные понятия, не требуя от человека детальных инструкций;
- 3) функциональных возможностей, обеспечивающих независимость программ от изменения типа компьютера и расширения спектра видов оборудования.

(5) Принципы, определяющие эффективность и надежность вычислительных систем

Для достижения указанной цели необходимо стремиться к реализации следующих свойств создаваемых ЭВМ:

- 1) компактность (помимо всего прочего позволяет добиться улучшения соотношения «стоимость/производительность»);
- 2) наличие развитой системы распределенной обработки и широкое использование ее функциональных возможностей;
- 3) обеспечение высокой надежности, в частности, на основе автоматического восстановления и минимизации последствий сбоев, развития функций, облегчающих проверку работоспособности системы и повышающих ее ремонтоспособность;
- 4) развитие функции обеспечения секретности.

Благодаря заметному прогрессу в ряде отраслей промышленности Японии вошла в число крупнейших экономически развитых стран мира. Намечая перспективный курс развития этих отраслей, необходимо положить конец «бегу наперегонки» с наиболее передовыми странами и достичь такого положения, при котором Япония станет ведущей страной в области исследований и разработок. Принципиальную важность приобретает проблема активизации исследований и разработок, способствующих реализации этой цели. Рассматриваемый здесь национальный проект может оказать существенное влияние на ряд ведущих областей прикладной науки и техники, скажется на характере исследований и разработок во многих отраслях промышленности.

Значимость проекта, в рамках которого ведутся исследования

и разработки ЭВМ пятого поколения, можно в общих чертах определить следующим образом.

1) Содействуя данному проекту, Япония выйдет на ведущие позиции в мире в области развития вычислительной техники. Наши усилия будут не только благоприятствовать творческому применению достижений науки в компьютерной индустрии, но и обеспечат повышение торгового потенциала страны. Сделав вклад в развитие этой передовой области, мы выполним свой долг и как развитая экономическая держава.

2) Реализация проекта приведет к росту материального благосостояния общества девяностых годов и к другим положительным эффектам*. Ожидается, что реализация проекта будет способствовать разрешению таких проблем, как энергетическая проблема, старение общества и т. п., послужит движущей силой прогресса во всех отраслях промышленности, помогая повысить эффективность производства в тех областях, где рост производительности труда затруднен; существенная роль в этом отводится средствам автоматизированного проектирования, а также системам, помогающим в принятии управленческих решений. Развитие интеллекта промышленных роботов приведет к повышению качества продукции и к экономии энергии. Применение роботов в первичных отраслях промышленности — это еще один фактор роста производительности труда и снижения числа аварийных ситуаций, часто возникающих в связи с тем негативным влиянием, которое оказывает на рабочих примитивизм производственной среды.

Преодоление кризиса программного обеспечения не только позволит создать более развитые системы, но и послужит устранению отрицательных аспектов компьютеризации, например правонарушений с использованием компьютера.

3) Развитие слабонзученных областей будет активно способствовать прогрессу человечества. Исследования в области искусственного интеллекта и создания интеллектуальных роботов позволяют лучше познавать механизмы жизни. Автоматический перевод на языки народов мира будет способствовать более полному взаимопониманию между народами, приведет к дальнейшему развитию мировой культуры. Создание базы знаний, т. е. обеспечение машинного хранения и эффективного использования знаний, накопленных человечеством, станет еще одним фактором быстрого развития культуры.

4) Проведение эксперимента по обеспечению участия ведущих исследовательских и конструкторских организаций в реализации крупномасштабных долгосрочных проектов представляется весьма важным, поскольку эти организации будут привлекаться к работе над национальными проектами и впредь. Данный проект может служить основой для такого рода эксперимента. Участие в его реализации будет способствовать созданию атмосферы, благоприятствующей оригинальным исследованиям.

* См. примечание на с. 17. — *Примеч. ред.*

3. ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

3.1. ВОЗМОЖНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭВМ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОБЩЕСТВО

Необходимо попытаться спрогнозировать возможное воздействие ЭВМ пятого поколения на функции и системы нашего общества.

(1) Устранение социальных диспропорций, обусловленных дифференциацией отраслей на низко- и высокопроизводительные

Рост стоимости товаров, услуг и т. п. обратно пропорционален росту производительности труда. Себестоимость продукции, выпускаемой отраслями промышленности, в которых не ожидается повышения эффективности и производительности труда, постоянно возрастает и может достичь критического уровня. В результате такие отрасли или придут в упадок, или вообще прекратят свое существование.

ЭВМ пятого поколения предполагается использовать в каждой из областей деятельности общества так, чтобы добиться наибольшего эффекта. Прежде всего ЭВМ заменят человека в сфере физического труда; использование интеллекта компьютеров позволит развить абсолютно новые области, производительность общественного труда будет повышаться, а социальные диспропорции будут устранены. Так, например, сельское хозяйство и рыболовство будут преобразованы в индустрию продовольствия, которая поможет полностью решить проблему самообеспечения Японии продуктами питания.

Предусматривается, что ЭВМ пятого поколения будут способствовать развитию областей медицинского обслуживания и образования и сыграют большую роль в распространении информации.

(2) Расширение возможностей человека

Повышение производительности труда сопряжено с более эффективным использованием рабочей силы. Решая эту задачу, необходимо стремиться к полному использованию всех возможностей ЭВМ, концентрируя усилия человека только на том, что нельзя сделать без его участия. ЭВМ пятого поколения могут сыграть важную роль и как средство расширения интеллектуальных возможностей людей. Примером могут служить системы обеспечения процессов принятия решений, системы автоматизированного проектирования и системы, автоматизирующие инженерную деятельность.

(3) Влияние на личность

Зарождающееся сейчас информационно-ориентированное общество может оказаться захлестнутым огромным потоком информации. Приходится прилагать значительные усилия для получения действительно необходимой информации и для того, чтобы нетенденциозно оценивать ее. Однако абсолютное достижение этих целей не гарантируется, что заставляет подчас вообще усомниться в полезности информации.

Сложившаяся ситуация препятствует прогрессу в области информатики*. С ЭВМ пятого поколения связаны надежды на больший прогресс в области отношений индивидуума и информации. Эти надежды основаны на том, что каждый сможет общаться с компьютером, не имея специальной подготовки и пользуясь естественным языком, а компьютер, распознавая смысл запроса, сможет выдавать ответ, адекватный запросу. До настоящего времени для получения от ЭВМ желаемого результата необходимо было приспосабливаться к машине; компьютеры будущего обретут способность к более «человеческим» формам общения.

(4) Новое общество

Формы, которые примет общество будущего, трудно предвидеть. Хотелось бы надеяться, что в девяностые годы с помощью ЭВМ пятого поколения можно будет решить ряд важных задач. Не исключено, что наиболее ощутимый эффект применения ЭВМ пятого поколения будет состоять в том, что они дадут толчок исследованиям, находящимся сейчас в состоянии летаргии.

3.2. ВЛИЯНИЕ ЭВМ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ ОБЛАСТИ

Далее рассматриваются ожидаемые результаты воздействия ЭВМ пятого поколения на некоторые сферы общественной жизни и деятельности, где начинает интенсивно применяться системный подход, благодаря чему внедрение компьютеров окажется, безусловно, эффективным.

(1) Эффект автоматизации конторской деятельности

Системы автоматизации конторской деятельности предоставляют в распоряжение администраторов разнообразные средства электронной обработки данных, а также другие средства, обеспечивающие с помощью индивидуальных компьютеров и терминалов удобный доступ к базам данных и результатам испытания различных имитационных моделей. Это позволит применять автоматизированные системы в масштабах компании в целом.

Подразделения планирования, исследовательские, проектные, технические и тому подобные отделы в дополнение к традицион-

* Термин «информатика» употреблен в том же смысле, что и в книге А. И. Михайлова и др. «Основы информатики» (М., Наука, 1968). — *Примеч. пер.*

ным отчетам, содержащим численные показатели, и к другим документам смогут применять средства систем баз данных, позволяющие манипулировать различными носителями информации, такими, как изображения, графика, речь, а также выполнять конторские работы с использованием средств автоматического перевода и знаний, хранимых в компьютерах. В результате производительность труда конторских служащих возрастет, качество управления повысится, в учреждениях и организациях будет создана творческая обстановка.

Получив к девяностым годам средства, необходимые для автоматизации конторской деятельности и отвечающие на этой основе, например, таким требованиям, как гибкость структурной организации, возможность эффективно использовать кадры и тем самым успешно противостоять проблемам, связанным со старением общества, способность поддерживать международные связи на новом уровне оперативности и информационного обмена и т. п., Япония выйдет на передовые рубежи в применении ЭВМ в указанных областях.

(2) Эффект применения систем, обеспечивающих процессы принятия решений

Функции этих систем состоят в предоставлении информации и реализации других видов сервиса в процессе подготовки решения одним лицом или группой лиц; цели, преследуемые при этом — повышение надежности решений, сокращение времени их формирования и снижение соответствующих затрат.

Применение систем, обеспечивающих процессы принятия решения, позволит вырабатывать более совершенные стратегии рационального постепенного повышения производительности труда в различных отраслях промышленности и выбора объектов интеграции прикладных наук, выделять области, где компьютеризация знаний будет способствовать получению более основательных оценок ситуации, выводов относительно политики, управления и производства. Примечательно, что такие системы будут развиваться также для целей индивидуального пользования, они найдут применение при планировании семейных бюджетов, при выборе образа жизни и составлении программы действий.

Системы окажут воздействие на все аспекты деятельности общества, а в пределах, не затрагивающих личной безопасности, даже на поведение людей. Это будет способствовать увеличению социальной сбалансированности общества*.

(3) Эффект применения систем автоматизации инженерной деятельности

Любой процесс производства состоит из того или иного числа

* Стремление к социальной или экономической сбалансированности само по себе не может способствовать решению проблемы го существу, не ведет к устранению противоречий, имеющих объективный характер. Такое стремление может даже способствовать их углублению, если существо противоречий при этом сохраняется. — *Примеч. ред.*

сложных этапов, начиная от этапа конструирования и кончая выпуском готовой продукции. Применение систем автоматизации инженерной деятельности превращает в принципиальные компоненты процесса производства такие факторы, как базы данных, поддерживающие различные формы представления информации, перспективные системы обработки изображений, высокоскоростные системы выполнения проектных расчетов, системы автоматического перевода и подготовки документации, а также системы управления проектом. Эти системы необходимы для обеспечения практической реализации «ноу-хау», в особенности когда это связано с обработкой большого объема чертежей и базовых данных, для скоростного выполнения конструкторских операций, для оформления внешнеторговых заказов, для подготовки объемных документов, таких, как контракты и инструктивные материалы, для оптимального проектирования больших зданий и заводов. Безусловно, для решения таких задач требуется человеко-машинный интерфейс, повышение надежности компьютеров и улучшение соотношения «стоимость/производительность».

С внедрением ЭВМ пятого поколения и упомянутых выше подсистем повысится рациональность производственных процессов в строительстве и заводском производстве, что приведет к экономии затрат труда, энергии и времени, а надежность их реализации, которая до сих пор достигалась чисто эмпирически, значительно возрастет. И наконец, Япония сможет упрочить свое положение в мире, успешно выполняя свою роль в международном разделении труда, качественно развивая экономику, применяя новую технологию в различных областях и развивая новые, нетрадиционные отрасли индустрии.

На основе обработки представительных массивов данных и имитационного моделирования станет возможным оценивание планов общего развития, что позволит избежать риска, связанного обычно с большими долгосрочными капиталовложениями.

Производимая в Японии продукция в силу эффективности ее производства, конструктивных качеств и наукоемкости станет уникальной и послужит фундаментом для интенсивного развития различных отраслей промышленности.

(4) Влияние интеллектуальных роботов

В девяностых годах ожидается появление роботов с интеллектом и органами чувств, которые по своим возможностям приближаются к человеческим. В основу этих достижений будет положено использование развитых вычислительных средств.

Роботы будут в состоянии производить высокоинтеллектуальную обработку информации, они будут способны к повышенной коммуникабельности в отношениях с людьми и к более гибкому функционированию. Такие роботы расширят сферу нашей деятельности в космическом пространстве, океанских и земных глубинах, деятельности, которая связана с изысканием ресурсов, развитием естественных наук и выполнением различных исследований. Они освободят человека от необходимости присутствовать во

вредной рабочей среде (радиоактивной или высокотемпературной).

Роботы найдут свое применение в таких областях, как сельское, рыбное, лесное хозяйство, транспорт, надзор за больными, освободив человека от неквалифицированного, монотонного и тяжелого труда. Затем формы производственной деятельности с пониженной долей участия человека с первичных отраслей промышленности распространятся на третичные, что позволит сосредоточить непосредственные усилия работников на выполнении более сложных функций. Автоматизация вторичных отраслей позволит резко повысить производительность труда занятых в этом секторе хозяйства.

Предполагается, что роботы общего назначения получат распространение и при автоматизации мелкомасштабных производств и позволят обеспечить уровень эффективности производительности труда, приближающийся к уровню крупных компаний.

Значение интеллектуальных роботов будет особенно заметно, когда небольшие вспомогательные системы речевого ввода-вывода, восприятия графики, а также контроллеры, применяемые в их конструкциях совместно с модулями машин получения выводов (компонентами вычислительных систем пятого поколения), будут использоваться как компоненты большой машины, расширяющие ее возможности.

4. СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК ПО СОЗДАНИЮ ЭВМ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

4.1. ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

Вычислительные системы пятого поколения создаются с целью преодоления технических ограничений, присущих традиционным компьютерам, с ориентацией на обработку информации о знаниях; ЭВМ пятого поколения будут опираться на новую теорию и новые технические решения, которые позволят удовлетворить ожидаемые потребности девяностых годов. Эти вычислительные системы будут выполнять следующие основные функции:

- 1) решение задач и получение выводов;
- 2) управление базами знаний;
- 3) функции интеллектуального интерфейса.

Указанные функции должны реализовываться как программными, так и аппаратными средствами, они будут ориентированы на достижение максимальных показателей.

Максимальная производительность при решении задач и получении выводов составит от 100 МЛВС до 1 ГЛВС*.

Система управления базами знаний обеспечит выполнение поиска, связанного с получением вывода, за несколько секунд при максимальном объеме памяти машины базы данных 100—1000 Гб.

Система интеллектуального взаимодействия (интерфейса) будет нацелена на обеспечение диалога человека и ЭВМ с использованием речи, графики, естественных языков; таким образом, станут возможными естественные для человека формы обмена информацией.

Совокупность всех функций будет поддерживаться универсальной ЭВМ, имеющей конфигурацию, которая отвечает разнообразным требованиям эффективности в различных областях применения. Каждая из этих функций реализуется как автономная специализированной машиной, причем все машины будут «объединены» общим языком программирования.

* ЛВС (логических выводов в секунду) — показатель, определяющий число операций получения выводов (силлогизмов) в сек. Выполнение одной операции получения вывода на современных компьютерах требует 100—1000 шагов, и, следовательно, 1 ЛВС соответствует 100—1000 команд в сек. Машины текущего поколения обладают производительностью 10^4 — 10^5 ЛВС. (МЛВС = 10^6 ЛВС, ГЛВС = 10^9 ЛВС. — *Примеч. пер.*)

Вычислительные системы пятого поколения ориентированы на поддержание необходимой совокупности функций общего назначения. Производительность этих систем должна быть достаточной для выполнения машинного перевода, функционирования систем, выдающих ответ на запрос, а также для работы с речевыми данными, изображениями, образами; в девяностых годах эти системы будут базовыми для широкого применения.

Показатели производительности рассматриваемых здесь прикладных систем приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Компоненты базовой прикладной системы и цели, которые должны быть достигнуты при ее создании

<p>Система машинного перевода</p> <p>Многоязычный перевод</p> <p>Словарный запас: 100 000 слов</p> <p>Точность перевода должна достигать 90%; остальное обрабатывается (редактируется) человеком</p> <p>Система должна быть интегрированной и обладать возможностями, позволяющими использовать ее во всех процессах, начиная с компиляции текста и кончая печатанием переведенных документов</p> <p>Полные затраты на перевод должны быть на 30% ниже, чем при традиционном способе</p>
<p>Система, обеспечивающая вывод ответа на запрос</p> <p>Система должна представлять собой прототип системы, относящейся к конкретной области профессиональных знаний</p> <p>Словарный запас 5000 слов или более</p> <p>Число правил вывода. 10 000 или более</p>
<p>Система, понимающая естественно-специализированный язык</p> <p>Фонетическая (для ввода с голоса) пишущая машинка: должна оперировать 10 000 слов, обладать средствами анализа смысла и возможностями коррекции ошибок речи, а также воспроизводить понятия высказывания</p> <p>Система речевого ответа; должна оперировать 10 000 слов, обладать способностью улавливать смысл ответов и, следовательно, вести естественный диалог</p> <p>Система идентификации источника речевых данных (говорящего)</p> <p>Должна обладать возможностями работы с несколькими сотнями или более людей и идентифицировать говорящего в течение приемлемого для практики интервала времени</p>
<p>Прикладная система распознавания образов и изображений</p> <p>Система должна хранить около 100 000 структуризованных единиц информации в форме изображений и образов, предназначенных для использования при обработке информации о знаниях</p>

4.2. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Для получения возможно более общего представления о вычислительной системе пятого поколения рассмотрим ее с двух раз-

личных точек зрения. Первая из них — это концептуальный взгляд на иерархическую структуру, включающую совокупность пользователей, рассматриваемых в сфере их деятельности, систему моделей (моделирующую систему), а также «машину»; основное внимание концентрируется на проблеме развития человеко-машинного интерфейса.

Вторая точка зрения более специфична и относится к аспекту системной взаимоувязки как программных, так и аппаратных компонентов. Поскольку описание конфигурации системы в целом затруднительно, выделим в ней прикладную систему, а также системы программного и аппаратного обеспечения; для каждой системы будет дан структурный образ.

В общей иерархической структуре совокупность пользователей частично соответствует прикладной системе, система моделей в основном соотносится с системой программного обеспечения, а «машина» — в первую очередь с системой аппаратного обеспечения. Наиболее четкий образ вычислительной системы пятого поколения формируется совокупностью двух этих взглядов.

4.2.1. КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Вычислительные системы пятого поколения будут ориентированы на обработку информации о знаниях. Они должны обладать высокоразвитыми логическими возможностями. Но самое важное состоит в том, что человеко-машинный интерфейс окажется существенно приближенным к формам общения между людьми.

Общение между человеком и машиной традиционно реализовывалось посредством процедурных языков программирования. Для решения задачи с помощью компьютера человек должен сначала сформулировать ее, разработать модель и создать программу. Человек и компьютер были способны понимать друг друга только посредством программы, подготовленной именно таким образом.

В ЭВМ пятого поколения описание и моделирование будут осуществляться на уровне интерфейса. Иными словами, компьютеры смогут понимать описание задачи, выражать его в форме модели и синтезировать программу, базирующуюся на этой модели. Человек сможет взаимодействовать с компьютером, в известной степени свободно используя речь, естественные языки, изображения или образы.

Для реализации таких сложных возможностей необходимо развить как программное обеспечение, так и аппаратные средства. На рис. 4.1 представлен концептуальный образ вычислительной системы пятого поколения. Из этого рисунка понятно, что аппаратная система, включающая перспективные аппаратные средства, обладает функциями значительно более высокого уровня, чем традиционные ЭВМ. Сравнивая новое и старое в терминах языков программирования, следует подчеркнуть, что, в то время

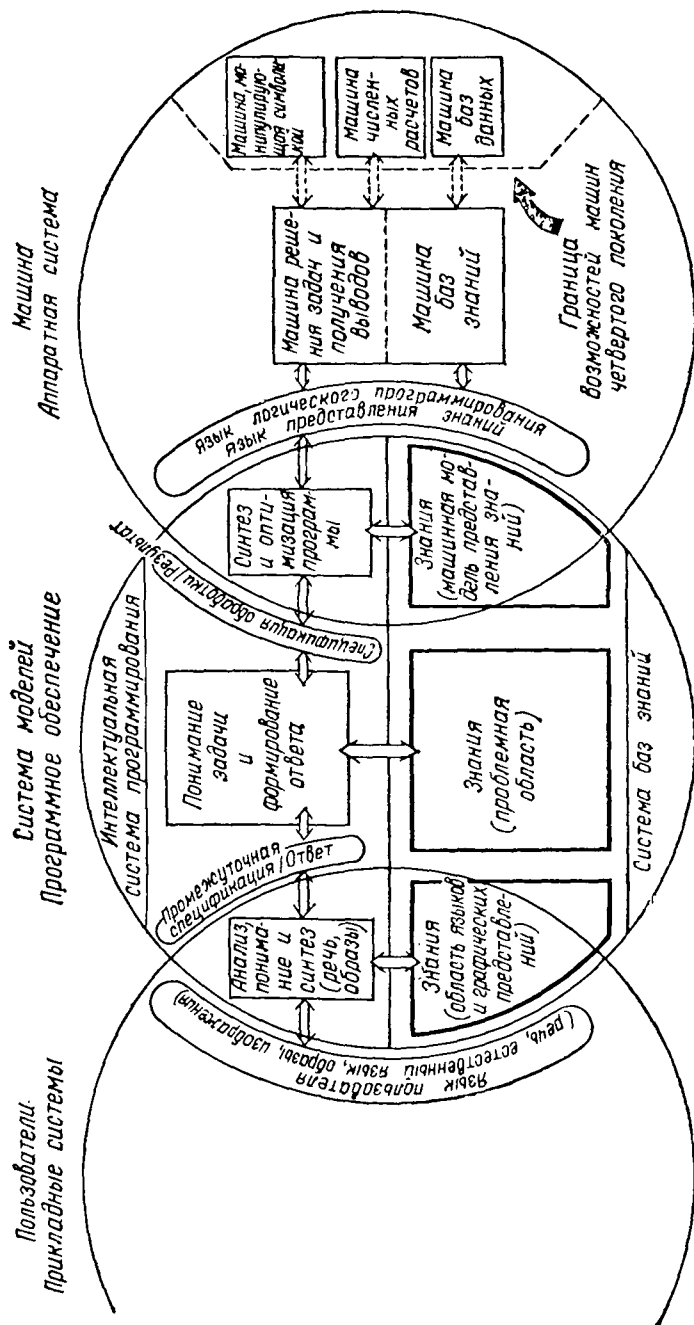


Рис. 4.1. Концептуальные представления о вычислительной системе пятого поколения (программный аспект)

как традиционные машины используют процедурные языки и последовательно выполняемые программы, в новой аппаратной системе найдут применение языки логического программирования или языки решения задач для получения логических выводов в рамках методов проб и ошибок.

Моделирующая система (система моделей) будет опираться на высокоэффективное программное обеспечение и служить в основном для выполнения метафункций получения выводов при реализации таких задач, как понимание смысла и синтез программ. В силу того что средства логического программирования — это средства высокого уровня, моделирующая система может выступать в роли человеко-машинного интерфейса на этапе спецификации, т. е. до того как будут окончательно очерчены контуры моделируемого объекта.

Благодаря восприимчивости исходных данных в форме обыденной речи, изображений, образов и т. п. система сможет минимизировать неполноту и неопределенность исходных спецификаций. Вместе с тем для получения обобщенных выходных данных ею будет поддерживаться специальная функция, обеспечивающая некоторое увеличение неопределенности первоначального результата.

В состав моделирующей системы входит интеллектуальная система взаимодействия с человеком, обладающая средствами понимания речи, текстов на естественных языках, изображений и образов.

Интеллектуальная система взаимодействия сама будет реализована как развитая система обработки информации о знаниях, включающая моделирующую и аппаратную системы, аналогичные вышеописанным.

Вычислительная система пятого поколения будет пользоваться накопленными в ней знаниями на всех этапах обработки, начиная с ввода речи, текстов на естественных языках, изображений, образов (источник — «человеческая» система) и кончая процессом понимания смысла этих исходных данных, синтезом и выполнением программ, формированием ответа. Эти знания состоят из знаний по языкам, знаний относительно образов, знаний относительно предметных областей и знаний о механизмах и о представлении данных в аппаратной системе; они хранятся в базе знаний.

На основе функций аппаратной системы, развитых и усиленных моделирующей системой, возможности обработки информации существенно расширятся.

4.2.2. СТРУКТУРА ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ

На рис. 4.2 приведена структура, общая для различных систем, таких, как интеллектуальная система автоматизированного проектирования, интеллектуальная система автоматизации конторской деятельности, интеллектуальная обучающая система, интеллектуальный робот; эти системы также будут реализованы в вычислительных системах пятого поколения.

Интерактивная система	Обрабатывающая система
Система управления	

Рис. 4.2. Общая структура прикладных систем

Все прикладные системы состоят из трех подсистем: интерактивной, обрабатывающей и управляющей. Эти подсистемы отличаются от системы к системе. Более детальная структуризация приведена на рис. 4.3.

Для уяснения функций выполняемых подсистемами, на рис. 4.3 показаны их взаимосвязи и охарактеризованы внутренние процедуры. Обращенные к системе вопросы могут формулироваться устно, в виде текстов на естественном языке, с помощью изображений и образов. Интерактивная система применяет знания, относящиеся к языкам или образам, для того, чтобы проанализировать структуру (конструкцию) и сформировать тем самым внутреннее для машины (промежуточное) представление об объекте и проблеме. Анализ ведется в определенном контексте и приводит к описанию задачи, которое, однако, оказывается неполным из-за пропусков и т. п. Знания, относящиеся к контексту, и знания общего характера представляют собой базовую информацию и информацию, связанную с ведущимся диалогом. Обрабатывающая система превращает неполное описание в полное, применяя свои знания, и формирует ответ. На этом этапе обеспечивается эффективное использование знаний о предметных областях (получение выводов) и запоминание новых знаний (обучение). Сформированный первоначальный ответ затем преобразуется в обобщенный ответ путем отбрасывания самоочевидных сведений и выводов. Далее этот обобщенный ответ преобразуется интерактивной системой во внутреннее представление, которое, в свою очередь, преобразуется во внешнее представление, понятное человеку, чем завершается один цикл диалога. В этом цикле управляющая система с целью выполнения общих процедур получения выводов и обучения оперирует разнообразными знаниями.

4.2.3. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Структурный образ системы программного обеспечения, присущей различным ЭВМ пятого поколения, имеющим прикладную направленность, приведен на рис. 4.4; при этом программное обеспечение непосредственно отражает структуры прикладных систем.

(1) Базовые программные системы

Эти системы образуют ядро остальных систем: в их число входят: система решения задач, система получения выводов, система уп-

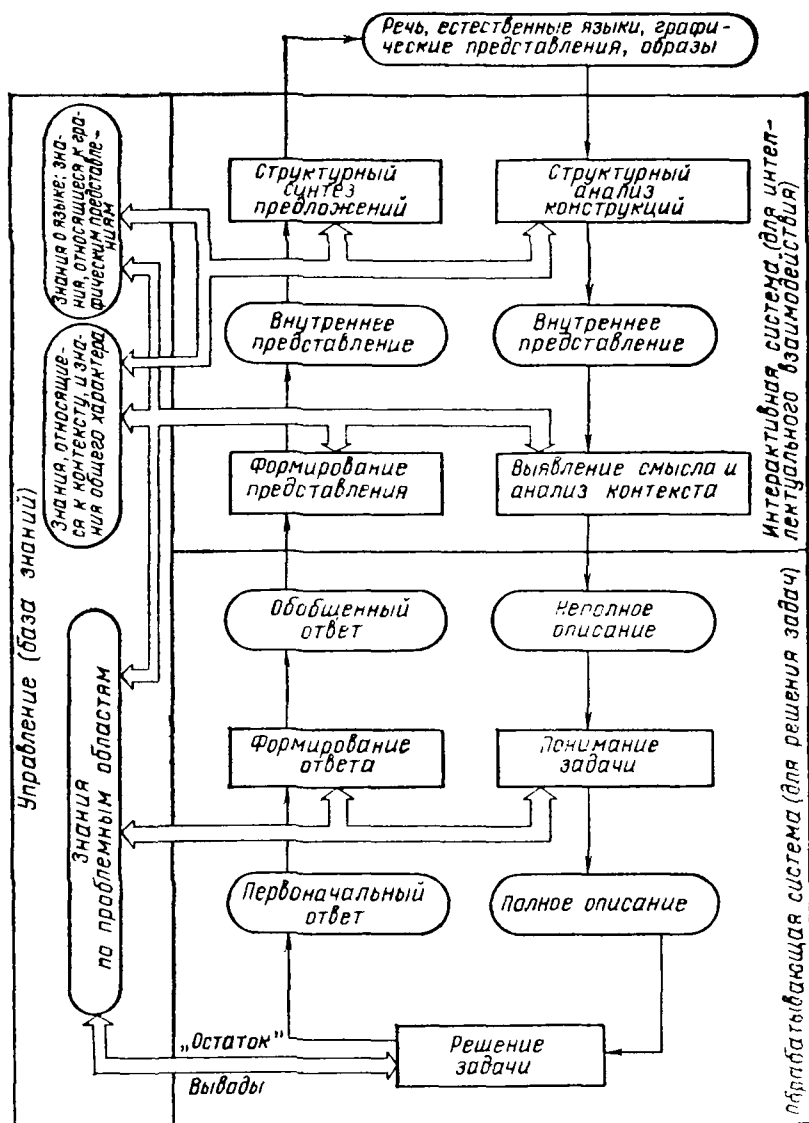


Рис. 4.3. Взаимосвязи и внутреннее функционирование трех подсистем прикладной системы

равления базами знаний и система интеллектуальных интерфейсов. Системы соотносятся с машиной решения задач, машиной получения выводов, машиной базы знаний и интеллектуальной интерфейсной машиной соответственно; их можно охарактеризовать как системы, функции которых не могут быть реализованы аппаратными средствами.

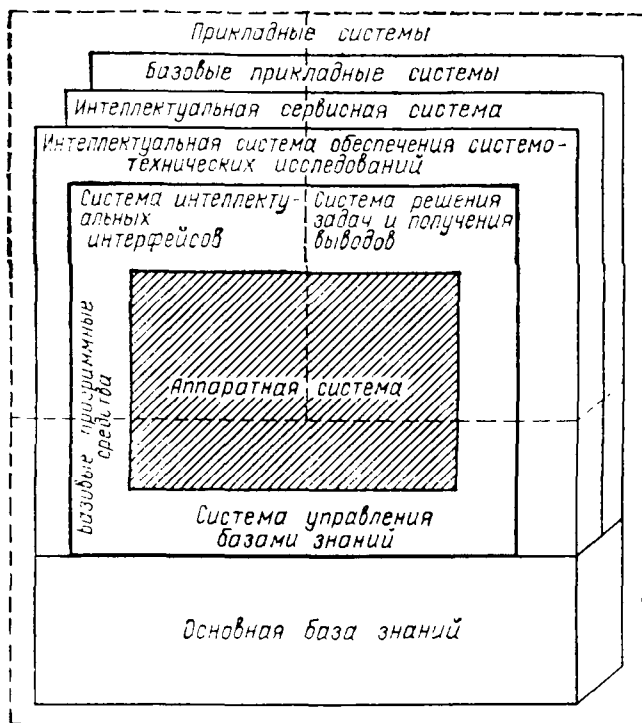


Рис. 44. Концептуальные представления о структуре системы программного обеспечения ЭВМ пятого поколения

(2) Интеллектуальная система обеспечения системотехнических исследований

В эту группу входят системы, в которые будут заложены знания, необходимые при проектировании и создании систем обработки информации для различных применений, т. е. знания о том, что должно быть создано, о процессе, с помощью которого это будет реализовано, и т. п. Они позволят значительно уменьшить объем системотехнических работ, приходящихся на долю человека. Системы будут включать подсистемы, обеспечивающие получение результата на основе спецификаций описательного характера, подготовленных с использованием формализованного дескриптивного языка, подсистемы проверки корректности, подсистемы имитационного моделирования и т. п. В систему обеспечения системотехнических исследований входят еще три системы: интеллектуальная система программирования, система проектирования базы знаний и интеллектуальная система проектирования СБИС.

(3) Интеллектуальные сервисные системы

В эту группу входят системы, которые на основе весьма развитых функций облегчают пользование самой вычислительной системой. К ним относятся системы поддержки мобильности, позво-

ляющие переносить программы и базы данных с машин предыдущего поколения, системы, содержащие информацию о функциях подсистем и системы в целом, обучающие работе с ними и предоставляющие пользователю необходимые консультации, интеллектуальные системы диагностики и поддержки, реализующие функции автоматического контроля и восстановления, консультирующие по вопросам контроля и восстановления в усложненных ситуациях, а также другие подобные системы.

(4) Основные базы знаний

Универсальные знания, используемые самой системой и ее пользователями, содержатся в основных базах знаний, которые являются компонентами описанных выше систем и применяются в прикладных системах, разрабатываемых пользователями. В число этих баз знаний входят по крайней мере три: база общих знаний, благодаря которой машина формирует некоторый аналог общего смысла, системная база знаний, содержащая знания о самой системе, и база прикладных знаний, аккумулирующая специальные сведения из прикладных областей. База общих знаний состоит из базы основной естественной лексики, базы словарей различных языков и правил конструирования предложений, а также из других баз, относящихся к естественным языкам. Системная база знаний содержит спецификации самой системы: базу спецификаций процессора, базу спецификаций операционной системы, базу руководств по языку, базу программных модулей, содержащую наиболее употребительные программы, а также другие базы. База прикладных знаний включает базу технологии конструирования СБИС, базу архитектуры компьютеров, базу основных программ и т. п.

(5) Основные прикладные системы

Эта группа систем обеспечивает выполнение относительно законченных функций. Подобные системы будут весьма полезными и станут источником баз знаний и функционально развитых модулей для других прикладных систем. Выделяются следующие классы основных прикладных систем:

- системы машинного перевода;
- системы, обеспечивающие вывод ответа на запрос;
- системы, понимающие естественно-специализированные языки, применяемые в различных предметных областях;
- системы, воспринимающие изображения и образы, характерные для различных предметных областей;
- системы решения прикладных задач.

4.2.4. СТРУКТУРЫ

АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ БУДУЩЕГО

(1) Профиль вычислительных систем пятого поколения

Вычислительные системы пятого поколения, охватывая диапазон от малых индивидуальных компьютеров до больших ЭВМ, найдут применение в различных областях. Они будут включать спе-

специализированные машины, в которых более развита та или иная функция, как в существующих машинах баз данных; эти машины будут объединяться в локальную сеть. ЭВМ в таком объединении по своим возможностям могут быть отнесены к различным классам. Поскольку они будут поддерживать общий язык программирования, их можно рассматривать в качестве нового семейства компьютеров.

Эти компьютеры имеют три функциональных компонента (в скобках указаны сопоставляемые с ними компоненты существующих вычислительных систем):

1) машины решения задач и получения выводов (центральный процессор);

2) машины базы знаний (файловые системы и системы памяти со свойствами виртуальной памяти);

3) интеллектуальные интерфейсные машины (каналы и устройства ввода-вывода).

Указанные три компонента будут составной частью каждой вычислительной системы пятого поколения. При этом универсальные вычислительные системы будут оснащены этими машинами, вообще говоря, в той же пропорции, в какой соответствующие функции реализуются в универсальных компьютерах индивидуального пользования.

Будем называть вычислительные системы, реализующие функции решения задач и получения выводов, компьютерами решений и выводов. Они найдут применение в таких областях, как, например, консультативная деятельность, где необходимы обширные профессиональные знания и нужны широкие возможности получения выводов. Системы, в которых усилена функция управления базами знаний, будем называть машинами баз знаний. Как и нынешние машины баз данных, они будут применяться в областях, требующих запоминания большого объема знаний.

Компьютеры, реализующие интеллектуальные интерфейсные функции, ориентированы на использование в качестве интерактивных «посредников» для устной речи, изображений и образов. Эти машины можно использовать независимо или в комбинации друг с другом.

Рис. 4.5 отражает концептуальный образ базовой конфигурации вычислительной системы пятого поколения.

(2) Структурный профиль машин, выполняющих различные функции

Функциональные компоненты, архитектурно оформленные как аппаратные средства, будут создаваться путем комбинирования шести машин. Это обеспечит возможные варианты реализации новой архитектуры. Принципы комбинирования (модульность, адаптивность и использование микропрограммирования) будут заимствованы из архитектуры систем с распределенными функциями.

Для самых малых компьютеров с ограниченной производительностью будет принята программно-аппаратная архитектура, соот-

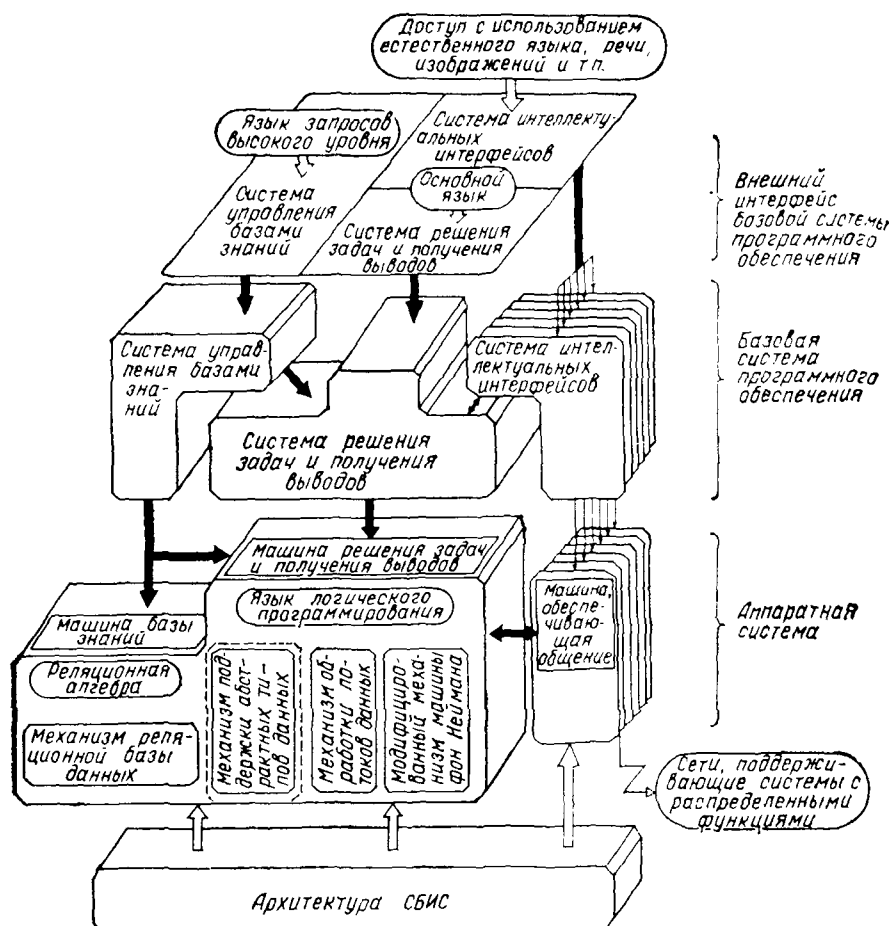


Рис. 4.5. Базовая конфигурация вычислительной системы пятого поколения

ветствующая модифицированной технике фон Неймана. Языковой интерфейс необходимо ориентировать на новые языки — язык логики предикатов и язык абстрактных типов данных. Таким образом, в практику будут внедрены результаты исследований по машинам логического программирования и машинам абстрактных типов данных.

Ядром мощных больших машин станут машины потока данных, в состав которых входят функциональные машины. Для решения задач и получения выводов исполнительная часть машины логического программирования будет использовать мощные механизмы потока данных, а база знаний будет обрабатываться небольшой высокоскоростной машиной реляционной алгебры. Машина реляционной алгебры должна включать соответствующую машину потока данных.

Ядром больших машин базы знаний станет большая машина реляционной базы данных, в состав которой входит машина реляционной алгебры. При реализации этих машин будут также использованы результаты исследований по машинной поддержке абстрактных типов данных.

Аппаратные средства интеллектуальной интерфейсной системы должны включать процессор на СБИС, специально предназначенный для обработки речи, а также процессоры сигналов. Для выполнения высокоскоростных операций часто будет применяться техника потока данных, включая функциональные машины.

Машина потока данных станет основой исполнительного механизма высокоскоростной обработки. Она должна рассматриваться как один из главных объектов исследования и разработки. Для этой машины необходим целый ряд специализированных СБИС, поэтому скорейшее развитие систем автоматизированного проектирования СБИС — наиболее важная задача.

(3) Макроструктура вычислительных систем пятого поколения

С целью формирования глобальной сети, обеспечивающей удовлетворение разнообразных потребностей, компьютеры пятого поколения будут подключены к коммуникационным системам. Потенциально каждый узел глобальной сети образует систему из двух или более компьютеров, связанных локальной сетью. Локальная сеть, обеспечивающая высокоскоростную передачу данных, будет соединять ЭВМ, выполняющие различные функции: небольшие универсальные ЭВМ индивидуального пользования, машины базы знаний, машины решения задач и получения выводов — все они будут объединены в единую систему общего назначения.

В принципе, все компоненты системы будут поддерживать общий язык программирования. Тем самым отдельные ЭВМ, хотя они и могут быть ориентированы на реализацию той или иной специальной функции, образуют семейство компьютеров, объединяемое общим языком. Структура такого рода поможет построить гибкие вычислительные системы, приспособленные к условиям конкретного применения. Таким образом, при исследовании и разработке аппаратных и программных средств вычислительных систем пятого поколения необходимо предусматривать возможность присоединения к локальной или глобальной сети.

4.3. ПРОБЛЕМАТИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

Определено 26 объектов исследований, которые необходимо выполнить при создании ЭВМ пятого поколения. Они образуют семь групп, приведенных в табл. 4.2. Содержание исследований и разработок отражено в табл. 4.3.

Т а б л и ц а 4.2. Перечень тем исследований и разработок по проблеме создания вычислительных систем пятого поколения

Базовая прикладная система	<p>1—1) Системы машинного перевода</p> <p>1—2) Система, обеспечивающая вывод ответа на запрос</p> <p>1—3) Система, понимающая естественно-специализированный язык</p> <p>1—4) Система распознавания образов и изображений</p> <p>1—5) Система, обеспечивающая решение прикладных задач</p>
Базовая система программного обеспечения	<p>2—1) Система управления базами знаний</p> <p>2—2) Система решения задач и получения выводов</p> <p>2—3) Система, обеспечивающая интеллектуальное общение</p>
Новая перспективная архитектура	<p>3—1) Машина логического программирования</p> <p>3—2) Функциональная машина</p> <p>3—3) Машина реляционной алгебры</p> <p>3—4) Машина, поддерживающая абстрактные типы данных</p> <p>3—5) Машина потока данных</p> <p>3—6) Модифицированная машина фон Неймана</p>
Архитектура систем с распределенными функциями	<p>4—1) Архитектура систем с распределенными функциями</p> <p>4—2) Сетевая архитектура</p> <p>4—3) Машина базы данных</p> <p>4—4) Высокоскоростная машина для численных расчетов</p> <p>4—5) Высокоуровневая система человеко-машинного общения</p>
Технология СБИС	<p>5—1) Архитектура СБИС</p> <p>5—2) Интеллектуальная система автоматизированного проектирования СБИС</p>
Системотехнические методы и средства	<p>6—1) Интеллектуальная система программирования</p> <p>6—2) Система проектирования баз знаний</p> <p>6—3) Системотехника в архитектуре компьютеров</p> <p>6—4) Базы данных и системы распределенных баз данных</p>
Технология обеспечения разработок	<p>7—1) Система, обеспечивающая проведение разработок</p>

таблица 4.3. Содержание исследований и разработок

<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Базовая прикладная система Будут проведены исследования и разработана базовая прикладная система, реализующая функции, аналогичные функциям слухового и речевого аппаратов, функциям мышления и решения задач, а также функциям, которые используются в процессе рисования
<p>Темы ИР*</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Система машинного перевода</i> Результаты исследований в области документальных систем и искусственного интеллекта будут совместно использоваться в исследованиях и разработках по интегрированным многоязычным системам перевода
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Конструирование системы машинного перевода и ее основы • Разработка языковых грамматик • Разработка порождающих грамматик • Разработка интегрированных систем машинного перевода, предусматривающих участие оператора • Разработка специализированной терминологической базы данных (базы знаний) • Разработка машин для специализированной терминологической базы данных • Разработка высокоуровневой техники обработки слов
<p>Цели и спецификации</p> <ul style="list-style-type: none"> • Число слов, которыми должна оперировать система: 100 000 • Машина должна обеспечивать точность 90%, остальные 10% должны отрабатываться переводчиком • Система должна быть нацелена на компьютеризацию всех работ, включая копирование текстов переведенных документов для печати • Затраты на перевод должны быть на 30% (или более) ниже, чем затраты на традиционный перевод
<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Базовая прикладная система
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Система, обеспечивающая вывод ответа на запрос</i> Исследования и разработка систем, обеспечивающих вывод ответа на запрос, для различных специализированных областей, в том числе для интеллектуальных систем автоматизированного проектирования, систем автоматизации инженерной деятельности и систем обеспечения процессов принятия решений
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Техника анализа диалога • Устройства ввода-вывода графических данных • Генерация специализированных данных • Техника обработки ошибок ввода • Конструирование подмножеств естественного языка, разработка грамматик и словарей • Техника синтеза

* Здесь и далее в таблице аббревиатура ИР означает «исследования и разработки». — Примеч. пер.

Цели и спецификации

- Промежуточной целью, которая должна быть достигнута в течение 5 лет, является разработка опытной системы вывода ответа на запрос для ограниченного использования в конкретных специализированных областях
- Число слов: 2000 (японских)
- Пользователь должен обеспечивать дополнительную информацию для устранения неоднозначности
- Число правил вывода: 1000
- Будет проведена оценка экспериментальной системы вывода ответа на запрос и разработаны прототипные системы такого рода для различных специализированных областей
- Число слов: 5000 или более
- Число правил вывода: 10 000 или более

Замечания

- Будет применена при разработке интеллектуальной сервисной системы

Группа

- Базовая прикладная система

Темы ИР

- Система, понимающая естественно-специализированный язык
- Исследование и разработка системы идентификации говорящего как части понимающей речь системы общего назначения, которая используется для ввода и вывода в системе машинного перевода, в фонетической пишущей машинке и телефонной справочной системе

Детализация ИР

- Разработка фонетической пишущей машинки
- Разработка системы, вырабатывающей ответ в речевой форме
- Разработка системы идентификации говорящего

Цели и спецификации

- Фонетическая пишущая машинка
 - (1) Промежуточная цель: система, оперирующая высказываниями простой конструкции, словарный запас от нескольких сотен до нескольких тысяч слов
 - (2) Конечная цель: словарный запас 10 000 слов, анализ смысла, автоматическая коррекция ошибок в процессе распознавания речи, воспроизведение понятных высказываний
- Система, вырабатывающая ответ в речевой форме
 - (1) Промежуточная цель: манипулирование несколькими тысячами слов в системе анализа и синтеза
 - (2) Конечная цель: словарный запас около 10 000 слов, понимание значения вопросов, разработка развитой структуры, обеспечивающей ведение естественного диалога
- Система идентификации говорящего
 - (1) Промежуточная цель: идентификация до 50—60 лиц
 - (2) Конечная цель: идентификация нескольких сотен лиц в течение практически приемлемого интервала времени

<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Базовая прикладная система
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Система, обеспечивающая распознавание образов и изображений для различных применений Разработка системы, обеспечивающей хранение структуризованных представлений изображений и образов и эффективный поиск информации такого рода в процессах интеллектуальной обработки
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Исследование системы хранения данных изображений и образов и системы поиска информации относительно образов • Разработка языковой системы выборки данных • Разработка машины базы данных изображений и образов • Разработка соответствующей системы хранения и выборки данных
<p>Цели и спецификации</p> <ul style="list-style-type: none"> • База данных изображений и образов должна содержать около 100 000 элементов изображений и образов • Система должна за несколько секунд воспринимать для запоминания данные изображения и образы, включая абстрактные описания • Должна быть обеспечена выборка данных в среднем за 100 мсек • Промежуточная цель: манипулирование и обработка приблизительно 10 000 элементов данных со скоростью, составляющей примерно половину скорости, определенной как конечный показатель
<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Базовая прикладная система
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Система, обеспечивающая решение прикладных задач Разработка системы, понимающей формулы; в систему вводится постановка задачи, система вырабатывает соответствующий ответ. Таким образом обеспечивается решение достаточно сложных задач общего характера. Разработка системы, играющей в Го
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Исследования по созданию базовой системы, понимающей математические формулы • Разработка системы, понимающей формулы • Исследования по созданию базовой системы, играющей в Го • Разработка системы, играющей в Го
<p>Цели и спецификации</p> <ul style="list-style-type: none"> • Система, понимающая формулы <ol style="list-style-type: none"> (1) Промежуточная цель: система, имеющая базу знаний и сочетающая свойства существующей системы MACSYMA с функциями обработки неравенств и простых уравнений (2) Конечная цель: система представления знаний и решения задач, реализующая алгоритм преобразования совокупности формул в сложную формулу • Система, играющая в Го <ol style="list-style-type: none"> (1) Промежуточная цель: система с показателем игрового уровня, приблизительно соответствующим любительскому подклассу 10 (2) Конечная цель: система с показателем игрового уровня приблизительно соответствующим любительскому классу 1

Группа

- **Базовая система программного обеспечения**

Образует ядро вычислительных систем пятого поколения. Будет исследована и разработана группа модулей, соответствующих базовым функциям обработки информации (управление, обработка, взаимодействие)

Темы ИР

- **Система управления базами знаний**

Исследование и разработка техники представления и хранения общих знаний в компьютере; эта техника должна быть реализована интеллектуальной системой управления и предоставляться пользователю для оказания помощи в решении задач

Детализация ИР

- Исследование техники представления и использования знаний
- Накопление знаний и обучение
- Исследование по большим системам баз знаний
- Разработка систем управления базами знаний
- Разработка машины базы знаний

Цели и спецификации

- Система управления базами знаний

- (1) Промежуточная цель: управление данными и оперирование правилами, механизм оптимизации доступа к базе данных, механизм устранения недостоверности, интерфейс с машиной, обеспечивающей получение выводов
- (2) Конечная цель: база знаний по множеству предметных областей (знания о «множественном мире»), распределенная база знаний, механизмы обучения, базирующиеся на индуктивных выводах, интеграция с машиной, обеспечивающей получение выводов

Машина базы знаний

- (1) Промежуточная цель: хранение и выборка 2000 правил и 1 000 000 элементов данных (10^9 б на элемент)
- (2) Конечная цель: хранение и выборка 20 000 правил и 100 000 000 элементов данных (100 Гб)

Группа

- **Базовая система программного обеспечения**

Темы ИР

- **Система, обеспечивающая решение задач и получение выводов**

Образует ядро средств обработки вычислительных систем пятого поколения. Будут проведены исследования, позволяющие на основе создания модели вычислительной системы, обеспечивающей получение выводов и решение задач, разработать систему, реализующую последнюю из упомянутых функций, и теоретически обосновать ее возможности

Детализация ИР

- Исследования алгоритмов получения выводов и решения задач
- Разработка языка кодирования для подсистемы решения задач
- Разработка машины получения выводов

Цели и спецификации

- Машина получения выводов
(1) Конечная цель: производительность 10^2 — 10^3 МЛВС
- Язык кодирования для решения задач должен обеспечить возможности функционального и логического программирования, а также объектно-ориентированного модульного программирования. Порождаемые программные модули сформируют программный компонент, предназначенный для эффективного использования в интеллектуальном программировании; в этом компоненте существенно применяются машинные представления знаний

Замечания

- Логические выводы в секунду
ЛВС (логические выводы в секунду) — показатель, определяющий число операций получения вывода (силлогизмов) в секунду. Реализация одной операции получения вывода на современных компьютерах требует выполнения 100—1000 команд; следовательно, 1 ЛВС соответствует 100—1000 команд в секунду
Машины текущего поколения выполняют примерно 10^4 — 10^5 ЛВС

Группа

- Базовая система программного обеспечения

Темы ИР

- Система, обеспечивающая интеллектуальное общение
Исследование и разработка техники гибкого диалога и обеспечения перехода от языков пользователя (включая естественный язык, речь и язык образов) к языкам компьютера

Детализация ИР

- Естественный язык и речевая система
 - Грамматический (синтаксический) анализ
 - Семантический анализ
 - Анализ речи
 - Построение предложения
 - Конструкция языковой базы данных
 - Процессор естественного языка
 - Создание базовых грамматик для множества языков
 - Исследования по системе идентификации
 - Исследования по системе понимания высказываний
 - Исследования по системе синтеза речи
 - Исследования по системе распознавания различий между конкретными высказывающимися лицами
 - Разработка системы, понимающей речь

Цели и спецификации

- Техника человеко-машинного обмена с использованием естественного языка или речевых данных, обеспечивающая интеллектуальный интерфейс между человеком и машиной
- Система естественного языка и речи, которая выполняет следующие задачи:
 - (1) Управление словарем, охватывающим компьютерную терминологию, а также одну ветвь научной и технической терминологии и включающим специфические и часто используемые термины

- (2) Самоадаптация к говорящему и взаимодействие с говорящим, спецификации которого отсутствуют в системе
- (3) Система должна иметь возможность выводить речевые данные на японском и английском языках
- (4) Система должна производить идентификацию речевого сигнала в масштабе времени, близком к реальному

Группа

- Базовая система программного обеспечения

Темы ИР

- Система, обеспечивающая интеллектуальное общение

Детализация ИР

Система изображений и образов

- Исследования по технике построения образов и изображений
- Исследования алгоритмов генерации образов и изображений
- Разработка системотехнических методов и средств
- Разработка процессоров образов и изображений
- Исследования взаимосвязи естественных языков, языков изображений и образов

Цели и спецификации

- (1) Разработка программных и аппаратных средств, обеспечивающих относительно легкое взаимодействие пользователя с компьютером с помощью изображений и образов
- (2) Будут обрабатываться сложные образы и отображения, такие, как чертежи, полученные с помощью малых машин, и фотографии, используемые в медицинских целях
- (3) Высокоскоростная обработка информации, обеспечивающая относительно легкое взаимодействие человека и машины
- (4) Промежуточная цель: работа с изображениями и образами, сложность которых составляет 70% сложности, определенной конечными целями. На промежуточном этапе отрабатывается метод, а на заключительном — обеспечивается скорость обработки

Группа

- Новая перспективная архитектура

Будут выполнены исследования по архитектуре ЭВМ пятого поколения, удовлетворяющей требованиям систем обработки данных о знаниях

Темы ИР

- Машина логического программирования

Исследование и разработка архитектурных решений, необходимых для поддержки моделей получения выводов и вычислений, которые базируются на логике предикатов и по выразительным возможностям приближаются к естественному языку

Детализация ИР

- Разработки, базирующиеся на логике предикатов
 - Система PROLOG
 - Новая языковая система
- Разработка базовой техники
 - Исследования по параллельным системам

- Разработка специальных механизмов
- Машина логического программирования
 - (1) Аппаратно-программная машина 0,1 МЛВС
 - (2) Машина логического программирования индивидуального пользования 0,1—1 МЛВС
 - (3) Параллельная машина логического программирования от 50—60 МЛВС до 1 ГЛВС

Замечания

- Разработка языков и обрабатывающих систем
 - Расширенный язык PROLOG
 - Новый язык логического программирования

Группа

- Новая перспективная архитектура

Темы ИР

- *Функциональная машина*
Разработка (на теоретической основе) архитектурных решений, ориентированных на поддержку функциональной модели, и языка программирования для манипулирования символическими выражениями

Детализация ИР

- Разработка функционального языка (включающего LISP)
- Методы кодирования для параллельной обработки
- Модель параллельных вычислений (модель потока данных)
- Аппаратно-программная LISP-машина
- Универсальная хост-машина для манипулирования символическими выражениями и СБИС для этой машины
- Методы взаимосвязи процессоров
- Ассоциативный процессор и ассоциативная память

Цели и спецификации

- (1) LISP-машина индивидуального пользования
Должна быть в три или четыре раза производительнее универсальной машины (4 МЛВС), применяемой при обработке списков
- (2) Параллельная редукционная машина
Должна быть в десять раз производительнее универсальной машины, применяемой при обработке списков
- (3) Машина потока данных
Соотношение производительности этой машины и производительности универсального компьютера при обработке списков должно лежать в диапазоне от нескольких сотен до нескольких тысяч

Группа

- Новая перспективная архитектура

Темы ИР

- *Машина реляционной алгебры*
Исследования по архитектуре машины, выполняющей, в частности, операции над множествами и использующей в качестве языкового интерфейса язык реляционной алгебры (машина образует ядро будущих систем баз данных)

Детализация ИР

- Разработка языкового интерфейса и обрабатывающей системы (реляционная логика, реляционная алгебра, базовые машинные операции)
- Разработка системы управления базами данных
- Разработка алгоритмов базовых машинных операций
- Разработка архитектуры машины
- Разработка элементов процессора и связующих аппаратных средств
- Построение иерархической системы памяти и разработка устройств памяти

Цели и спецификации

- Число элементов процессора в параллельных процессорах
 - (1) Промежуточная цель: до 100
 - (2) Конечная цель: по крайней мере 500—600
- Объем памяти
 - (1) Память небольшого объема для высокоскоростных операций: 10—100 Мб
 - (2) Память среднего объема для средне- и высокоскоростных операций: 100 Мб — 100 Гб
 - (3) Память большого объема для низко- и среднескоростных операций: 10—100 Гб

Замечания

- Должна быть проведена увязка с машиной базы данных и поддержкой систем реляционных баз данных

Группа

- **Новая перспективная архитектура**

Темы ИР

- *Машина, поддерживающая абстрактные типы данных*
Исследование и разработка структуры памяти и функций процессора для компьютеров будущего; цель — создание архитектуры системы, реализующей возможность использования большого и сложного программного обеспечения, построенного по модульному принципу

Детализация ИР

- Классификация и систематизация моделей абстрактных типов данных, исследование и разработка языковых систем
- Отображение абстрактных данных на физические ресурсы
- Уничтожение ненужных данных
- Структурированная память
- Процессоры и архитектура абстрактных типов данных
- Параллельная обработка
- Прочее (ввод-вывод, связь с традиционными языками, ОС, базы данных, распределенная обработка)

Цели и спецификации

- (1) Разработка около 100 параллельных машин фон Неймана, поддерживающих абстрактные типы данных
- (2) Разработка около 1000 параллельных машин (не фон Неймана), поддерживающих абстрактные типы данных

Замечания

Должна быть обеспечена увязка с машинами логического программирования и функциональными машинами

<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> Новая перспективная архитектура
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> Машина потока данных Исследования по архитектуре, базирующейся на модели потока данных, которая ориентирована на обеспечение развитой параллельной обработки
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> Конструирование набора машинных команд Конструирование языка высокого уровня для потока данных Определение полной структуры машины Конфигурация сетевых соединений Разработка структуризованной памяти Определение системы управления процедурами Метод развития функций ОС Контрмеры против неожиданностей и планы обеспечения защиты Структуры, допускающие сочетание с традиционными машинами Разработка прототипа машины потока данных Разработка машины потока данных индивидуального пользования Сочетание с функциями управления базами данных
<p>Цели и спецификации</p> <ol style="list-style-type: none"> Начальная цель: 16 процессоров с памятью 8 Мб (базовый операционный уровень) Промежуточная цель: 100 процессоров с памятью 100 Мб и производительностью до 50 МЛВС (практическое использование) <ul style="list-style-type: none"> Сеть процессоров: структуризация, приспособленная к использованию БИС. Включает 10^3—10^4 процессоров. Конечная цель: сверхвысокоскоростная машина потока данных, 10^3—10^4 процессоров с памятью 1—10 Гб и производительностью 1—10 ГЛВС <ul style="list-style-type: none"> Машина потока данных индивидуального пользования, 32 процессора с памятью 10 Мб и производительностью до 10 МЛВС
<p>Замечания</p> <p>Тесно взаимодействует с параллельной машиной логического программирования, параллельной функциональной машиной и т. п.</p>
<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> Новая перспективная архитектура
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> Модифицированная машина фон Неймана Разработка архитектуры, реализующей на основе развитых СБИС модифицированную машину фон Неймана, сохраняющую свои оригинальные преимущества
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> Архитектура СБИС для модифицированной машины фон Неймана соответственно с одним и десятью миллионами транзисторов на кристалл Исследования по базе архитектурных данных Разработка микро-90 (объектно-ориентированная архитектура)

Цели и спецификации

- (1) Промежуточная цель: процессор с одним миллионом транзисторов на кристалл для модифицированной машины фон Неймана
- (2) Конечная цель: процессор с десятью миллионами транзисторов на кристалл для модифицированной машины фон Неймана

Группа• **Архитектура систем с распределенными функциями**

Разработка архитектуры, сочетающей архитектуру СБИС с новыми перспективными архитектурными решениями

Темы ИР• **Архитектура систем с распределенными функциями**

Разработка архитектуры систем с распределенными функциями, обеспечивающих высокую эффективность, высокую надежность, простоту пользования, легкую приспособляемость к будущему развитию техники, к машинам и системам различного типа, и, наконец, развитые функциональные возможности

Детализация ИР(1) **Разработка базовых систем с распределенными функциями**

- Определение логической модели
- Определение различных архитектурных систем
- Динамическая архитектура
- Реализация
- Техника разработки специальных машин

(2) **Разработка экспериментальной системы с распределенными функциями**

- Компьютер индивидуального пользования
- Группы машин, поддерживающих язык высокого уровня
- Локальные сети

(3) **Разработка интегрированной системы****Группа**• **Архитектура систем с распределенными функциями****Темы ИР**• **Сетевая архитектура**

Эта архитектура будет иметь большое значение для свободного соединения удаленных компьютерных систем. Предусматривается разработка ориентированной на компьютеры пятого поколения техники объединения систем в глобальную сеть и построения распределенных информационных систем, базирующихся на высокоскоростной локальной сети

Детализация ИР

- Стандартизация сетевой архитектуры
- Техника кодирования, генерации и верификации протоколов
- Техника разработки распределенной ОС
- Техника многоуровневых систем обработки
- Механизм защиты данных
- Технология СБИС
- Оптическая волоконная техника связи
- Техника спутниковой связи
- Локальные сети

<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Архитектура систем с распределенными функциями
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Машина базы данных</i> Разработка специальной машины с архитектурой, ориентированной на базы данных и обеспечивающей быстрый доступ к большим базам данных
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Исследования новой перспективной архитектуры, ориентированной на обработку баз данных (нечисловую) • Исследования, связанные с созданием машины баз данных с развитыми функциями • Исследования по человеку машинному интерфейсу • Исследования по распределенным базам данных • Исследования техники преобразования или эмуляции существующих баз данных • Исследования по эффективному применению устройств, построенных на СБИС • Накопление и анализ базовых сведений для конструирования машин баз данных • Разработка экспериментальных машин • Разработка практически реализуемых машин
<p>Цели и спецификации</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) Экспериментальные машины <ul style="list-style-type: none"> • Объем памяти: до 100 Гб • Производительность: 10³ транзакций/сек • Модель данных: реляционная (2) Промышленные машины <ul style="list-style-type: none"> • Объем памяти: до 1000 Гб • Производительность: 10⁴ транзакций/сек • Модель данных: реляционная <p>(Поддержка преобразования и эмуляции баз данных других моделей)</p>
<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Архитектура систем с распределенными функциями
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Высокоскоростная машина для численных расчетов</i> Разработка специальной машины для скоростного выполнения научных и технических расчетов, например для цифрового моделирования
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Быстродействующие логические устройства • Технология сверхплотного размещения • Техника охлаждения • Архитектурные решения (логические спецификации) • Техника скоростных численных расчетов • Специальные операционные системы • Компиляторы языков высокого уровня
<p>Цели и спецификации</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разработка процессорных элементов (40—100 МОПЗС*), использующих новые быстродействующие устройства

* МОПЗС — миллион операций с плавающей запятой в секунду. — *Примеч. пер.*

- Будут разработаны процессорные элементы на 4 МОПЗС, а также система параллельной обработки, включающая 1000 таких параллельно работающих процессорных элементов и обеспечивающая суммарную производительность около 1 БОПЗС *
- Диск с фиксированными головками емкостью от 50 до 60 Гб

Г р у п п а

- Архитектура систем с распределенными функциями

Т е м ы И Р

- *Высокоуровневая система человеко-машинного общения*
Разработка системы ввода-вывода символики, речи, изображений и образов и интеллектуального взаимодействия с пользователем

Д е т а л и з а ц и я И Р

- Устройства ввода-вывода символов (включая китайские иероглифы)
- Устройства для ввода-вывода изображений и образов
- Устройства для ввода-вывода речевых данных
- Разработка интегрированной системы ввода-вывода символов, речевых данных, изображений и образов

Ц е л и и с п е ц и ф и к а ц и и

- Символы (в том числе китайские иероглифы) в системе ввода-вывода
 - (1) Промежуточная цель: дисплей, позволяющий вводить 3000—4000 символов четырех-пяти различных типов шрифта
 - (2) Конечная цель: дополнительные возможности ввода китайских иероглифов совместно с речевыми данными, замены канна (японской азбуки) китайскими иероглифами и наоборот и, наконец, возможности распознавания смысла
- Изображения и образы в системе ввода-вывода
 - (1) Промежуточная цель: матричное устройство ввода с числом точек от $5\,000 \times 5\,000$ до $10\,000 \times 10\,000$
 - (2) Конечная цель: более развитые интеллектуальные функции, базирующиеся на спецификациях, полученных в результате исследований по системе распознавания образов и изображений для различных применений
- Речевые данные в системе ввода-вывода
 - (1) Промежуточная цель: способность идентификации 500—1000 слов
 - (2) Конечная цель: реализация возможностей, определенных спецификациями, которые будут сформированы в результате исследований по системе, понимающей естественно-специализированный язык, включая распознавание смысла и ввод-вывод с использованием естественного языка
- Интегрированное терминальное устройство с набором средств ввода-вывода
Интеграция будет осуществляться на основе использования СБИС; результат разработки — интегрированный терминал на базе компьютера индивидуального пользования

* БОПЗС — миллиард (миллиард) ОПЗС. — *Примеч. пер.*

<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Технология СБИС Разработка архитектурных решений, обеспечивающих полноту использования СБИС в ориентации на компоненты ЭВМ пятого поколения
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Архитектура СБИС Разработка архитектурных решений, которые должны обеспечить полноту использования СБИС, содержащих около десяти миллионов транзисторов на кристалл (появление таких СБИС ожидается в девяностых годах)
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Техника создания новых перспективных архитектурных решений (базовые исследования) Справочник по СБИС Система, обеспечивающая вывод ответов на запросы по тематике конструирования База архитектурных данных Система автоматизированной разработки архитектурных решений по СБИС • Архитектурные решения по СБИС Законченная архитектура для варианта на одном кристалле (один миллион транзисторов на кристалл, десять миллионов транзисторов на кристалл) Архитектура функциональных частей • Система СБИС Техника распределения и интеграции функций
<p>Цели и спецификации</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Промежуточная цель: законченная архитектура для варианта одного кристалла (миллион транзисторов на кристалл) (2) Конечная цель: законченная архитектура для варианта одного кристалла (десять миллионов транзисторов на кристалл)
<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Технология СБИС
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Интеллектуальная система автоматизированного проектирования СБИС Разработка интегрированной системы автоматизированного проектирования СБИС, способной накапливать «ноу-хау» для последующего эффективного использования
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • База архитектурных данных • База данных «ноу-хау» • Справочная система по конструированию СБИС с помощью системы автоматизированного проектирования • Разработка технологии эвристического проектирования
<p>Цели и спецификации</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проектировщику должна быть предоставлена возможность спроектировать маску для специализированной СБИС с одним миллионом транзисторов на кристалле за один месяц (требуемый кристалл должен быть создан за три месяца)

Группа

- **Системотехнические методы и средства**

Системные методы в применении к разработке устройств, архитектурным разработкам, базовому и прикладному программному обеспечению; создание методов, применимых в цикле проектирования, развития, поддержки и управления

Темы ИР

- *Интеллектуальная система программирования*

Разработка системы, обеспечивающей выборку программ из банка алгоритмов (базы знаний) по запросам пользователей и синтез программ, соответствующих выведенным на основе спецификаций требованиям. Далее система посредством определенных выкладок проверяет, соответствует ли синтезированная программа требованиям оптимальности

Детализация ИР

- Модульное программирование и теория верификации
- Теория описания, спецификаций и синтеза программ
- Система синтеза и верификации программ и база программ
- Система поддержки, развития и управления программами
- Консультирующая система разработки программ

Цели и спецификации

- Система синтеза и верификации программ и база программ
 - (1) Промежуточная цель: развитие программ, минимизирующих работу с базой данных; программы для конкретных областей будут развиваться на основе синтеза и преобразования. Разработка малой базы программ. Создание системы верификации функциональных, логических программ и программ, использующих механизм абстрактных типов данных.
 - (2) Конечная цель: синтез больших программ для систем управления базами данных, языковых процессоров и т. п. Разработка большой базы программ.
- Система поддержки, развития и управления программами
 - (1) Промежуточная цель: создание системы, оперирующей функциональными и логическими программами. Эксперименты по эквивалентным преобразованиям.
 - (2) Конечная цель: система оценки характеристик программ, развитие системы программ на основе методов эквивалентных преобразований. Система корректировки программ.
- Консультирующая система по проектированию программ
 - (1) Промежуточная цель: базовое проектирование.
 - (2) Конечная цель: ответы на запросы на естественном языке. Система, консультирующая по вопросам проектирования баз данных, прикладных систем, взаимодействующих с базами данных, и т. п.

<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Системотехнические методы и средства
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Система проектирования баз знаний <p>Система, органически включающая базу основных знаний. Эта база должна содержать технические данные и знания, необходимые для проектирования, развития и работы с системами обработки информации о знаниях и для создания систем баз знаний</p>
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Система представления метаданных и пользования ими • Разработка системы обеспечения процессов и развитие базы знаний • Разработка системы обеспечения процессов расширения базы знаний
<p>Цели и спецификации</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Система, упрощающая процессы создания базы знаний и обеспечивающая специалистам получение консультаций по проблемам, требующим развитых специфических знаний (2) Система баз знаний, содержащая знания в форме 20 000 правил (3) Частичная верификация системы на уровне метазнаний. Возможности ведения больших баз знаний. Простая отладка (4) Промежуточной целью является 30%-ный уровень готовности целевой системы баз знаний
<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Системотехнические методы и средства
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Системотехнические методы и средства в проблематике архитектуры компьютеров <p>Системотехнические методы и средства, связанные с архитектурными проблемами, для придания компьютерам пятого поколения системной законченности</p> <p>Развитие техники построения виртуальных и реальных систем, оптимизации конфигурации системы и баланса загрузки, проектирования и развития больших систем, а также обеспечения высокой надежности</p>
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Техника построения виртуальных систем и конфигурации системы • Техника оптимизации конфигурации системы и баланса загрузки • Техника проектирования и развития больших систем • Техника обеспечения ультравысокой надежности • Разработка локальной сети как одного из средств инструментального комплекса для разработки архитектуры
<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Системотехнические методы и средства
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Базы данных и системы распределенных баз данных <p>Разработка системы баз данных для ЭВМ пятого поколения, техники интеграции и использования двух или более систем баз данных, а также техники интеграции систем баз знаний</p>

<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Исследование семантики и моделей данных • Разработка систем баз данных с гибкой структурой • Разработка системы для обеспечения процессов проектирования схем • Разработка системы хранения данных • Разработка системы, выдающей ответ на запрос с использованием естественных языков • Разработка системы распределенных баз данных • Разработка системы баз метасимвольных данных • Разработка машины базы данных
<p>Группа</p> <ul style="list-style-type: none"> • Технология обеспечения разработок Будут проведены исследования и созданы различные системы обеспечения разработок программных и аппаратных средств
<p>Темы ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Разработка обеспечивающей системы</i> Создание на ранних стадиях проекта систем автоматизированного проектирования СБИС, компьютеров индивидуального пользования, сетей ЭВМ, а также систем, обеспечивающих разработки программных средств и базы знаний
<p>Детализация ИР</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сеть ЭВМ • Система, обеспечивающая разработку программных средств • Система, обеспечивающая разработку базы знаний • Использование систем автоматизированного проектирования СБИС в качестве инструментального средства • Использование компьютеров индивидуального пользования в исследованиях и разработках

4.4. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

4.4.1. СВЯЗИ ТЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП

Объекты исследований и разработок разбиты на семь групп (см. параграф 4.3). Исследования и разработки, относящиеся к проекту в целом, должны быть органически связаны друг с другом.

Как показано на рис. 4.7, реализация проекта предусматривает три этапа: начальный, промежуточный и завершающий. Соответствующие исследования по отдельным проблемам будут взаимоувязываться на первой стадии промежуточного этапа и на завершающем этапе.

Далее приводятся принципы взаимоувязки.

(1) Исследования, ориентированные на непосредственное развитие разработок, будут обладать приоритетом в сравнении с другими исследованиями.

(2) Базовые исследования предполагается выполнять независимо: будут предприняты усилия по использованию их положи-

тельных результатов в дальнейших исследованиях и разработках, проводимых в других областях.

(3) Исследования в области базовых программных систем будут положены в основу настоящего проекта. Их результаты:

1) должны оказать практическое влияние на развитие прикладных систем (включая базовые прикладные системы);

2) обеспечат получение языковых спецификаций, которые должны способствовать развитию архитектурных решений (первичных и вторичных).

(4) Исследования и разработки в области новых архитектурных решений должны выполняться после того, как будут определены некоторые практические подходы, и до того, как будут сформированы окончательные спецификации языков. Взаимосвязку результатов следует производить по получению результатов исследований, относящихся к базовой программной системе (первичных и вторичных).

(5) Исследования и разработки, относящиеся к базовой прикладной системе, будут опираться на результаты, полученные для базовой программной системы; результаты исследований по базовой прикладной системе потребуются для того, чтобы способствовать дальнейшему развитию базовой программной системы.

(6) Исследования архитектуры систем с распределенными функциями и систем обеспечения системотехнических исследований будут проводиться параллельно с другими исследованиями. Их результаты необходимо периодически передавать для использования в системах, ориентированных на непосредственное развитие разработок. Таким образом можно обеспечить полное и постоянное использование результатов.

(7) Первая версия СБИС будет применена в конструкциях промежуточных вариантов машин, вторая версия — при конструировании окончательных вариантов.

На рис. 4.6 приведена схема разработки базового программного обеспечения, новых перспективных архитектурных решений, базовой прикладной системы, системотехники, а также обеспечивающих средств.

4.4.2. ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ БАЗОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И АРХИТЕКТУРЫ

Исследования и разработки базового программного обеспечения и архитектуры тесно связаны между собой. Так, в частности, результаты, касающиеся систем решения задач и получения выводов, будут определять спецификации основного языка, формируя проблематику исследования и разработки новой перспективной архитектуры. Исследования, связанные с созданием системы управления базами знаний, помогут сформировать требования к ма-

шине реляционной алгебры, поддерживающей базу знаний. Аналогично, исследования, проводимые с целью создания системы интеллектуальных интерфейсов, определяют требования к образующим эту систему аппаратным средствам. Таким образом, цели, стоящие перед исследователями и разработчиками, во многом должны достигаться благодаря обмену результатами между теми, кто работает в области программных и в области аппаратных средств.

Темы исследований и разработок, связанных с базовым программным обеспечением и перспективной архитектурой, а также их взаимосвязи отражены на рис. 4.7.

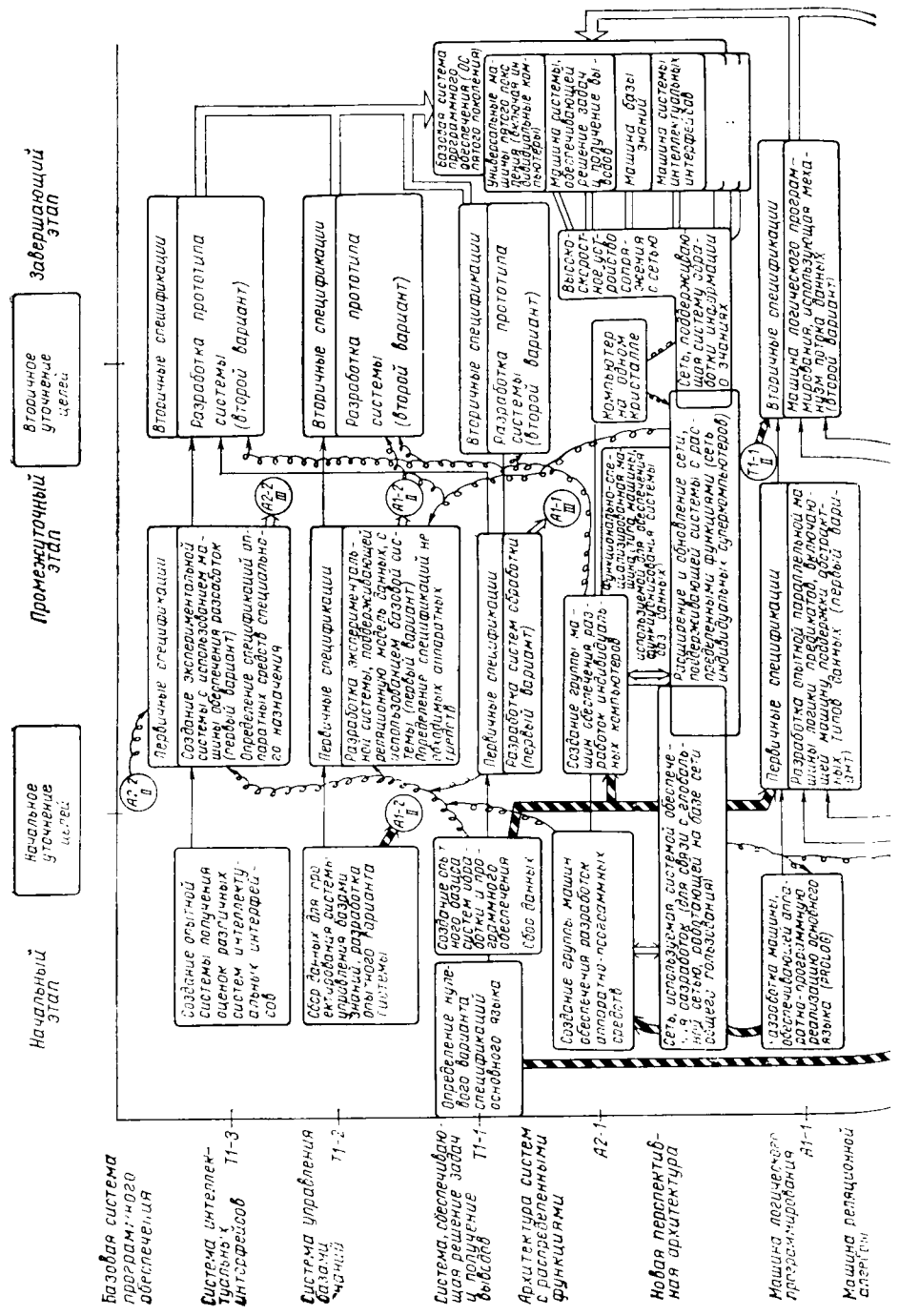
Исследования, относящиеся к развитию основополагающих теоретических представлений и систем, будут опережать исследования по базовым программным средствам. При этом первые главным образом будут связаны с системой применяемых форм представления информации, в том числе: с языком представления знаний, с языком системы, решающей задачи, основанным на логике предикатов, с идентификацией фонов и развитой системой синтеза речи, с системой грамматического и синтаксического анализа, с системой абстрагирования характеристик изображений и образов, а также их порождения и визуализации. Исследования необходимо проводить повторяющимися циклами, что позволит создавать и оценивать варианты соответствующих систем.

В результате такой работы появятся новые способы представления информации, а это приведет к развитию программного обеспечения, отвечающего общим требованиям. К концу первых этапов разработки будут сформированы первичные спецификации систем и определены связанные с этими спецификациями предметные области исследований. В частности, благодаря работам по созданию системы, обеспечивающей решение задач и получение выводов, будет специфицирован основной язык поддерживающей ее машины.

На промежуточном этапе будут разработаны в уменьшенном масштабе прототипы системы, обеспечивающей решение задач и получение выводов, системы управления базами знаний и интеллектуальной интерфейсной системы. Эти прототипы помогут проанализировать, насколько удовлетворительны спецификации, определенные на ранних стадиях, очертить проблемы и тем самым определить требования к прототипным системам, которые должны быть разработаны на завершающем этапе.

Результаты упомянутых выше исследований будут использованы в процессе работ по архитектуре. Базовое программное обеспечение послужит также эффективным средством для стимулирования исследований, относящихся к базовой прикладной системе. В то же время результаты работ по развитию основного языка и системы представления знаний позволят придать теории вычислительных систем пятого поколения конкретные очертания.

На последней стадии промежуточного этапа будут закончены спецификации базовой системы программных средств.



исследования и тех прототипных машин, которые разработаны на промежуточном этапе, будут конструироваться модели целевых машин. Эти модели найдут применение при разработке программной системы, удовлетворяющей окончательным спецификациям.

В результате будет достигнута полная ясность в понимании проблем, рассмотрены и отработаны целевые спецификации. Еще одной важной целью проекта является формирование базовой теории вычислительных систем пятого поколения. И в конечном итоге будет осуществлена компоновка базовых программных средств, что приведет к созданию основы операционной системы компьютеров пятого поколения.

Аналогично тому, как это намечено для разработки архитектурных решений, начальные спецификации основного языка станут исходным пунктом создания поддерживающей его машины, а также машины логического программирования и функциональной машины. Эти машины послужат моделями при конструировании машин, предназначенных для поддержки исследований, а также потребуются при разработке программных и аппаратных средств.

Для удовлетворения потребностей, возникающих в процессе разработок, часть машин (опирающихся на использование нового языка), а также систем предполагается построить в возможно ранние сроки. Такие системы легко управляемы и будут содержать существующие универсальные ЭВМ, которые могут использоваться, например, для моделирования.

Функции ЭВМ пятого поколения, представляющие особую важность с точки зрения разработки перспективных архитектурных решений, будут изучаться отдельно. На начальном этапе с целью создания точных вычислительных моделей и аппаратных средств исследования должны вестись на различных машинах. Будут также уяснены соотношения между языком программирования и системной архитектурой. Чтобы достичь этого, необходимо создать программные и аппаратные модели, позволяющие получить основные данные для первоначальных спецификаций.

Взаимосвязи исследовательских тем определяются на промежуточном и завершающих этапах. К моменту компоновки языковых спецификаций должны быть в основном определены направления взаимосвязи машин, после чего соответствующие исследования могут быть включены в программу в качестве новой комплексной темы. Это может быть сделано для функциональных машин и машин потока данных или для функциональных машин, поддерживающих механизм абстрактных типов данных. Вместе с тем рамки соответствия основного языка и его вычислительной модели предполагаются определенными заранее.

Приведем теперь характеристики некоторых исследовательских тем, относящихся к архитектуре разрабатываемых ЭВМ.

Поскольку машина потока данных должна стать основой развитого исполнительного механизма параллельной обработки, раз-

зумно включить ее в качестве существенного компонента в архитектуру машины логического программирования и машины реляционной алгебры. Вместе с тем теоретический базис, позволяющий осуществить такую интеграцию, до сих пор остается неполным. Точные направления интеграции должны быть определены на основе результатов исследований, выполненных к промежуточному этапу. В зависимости от этих результатов может оказаться возможным, например, развивать машину потока данных как машину, поддерживающую функциональный язык, а затем проанализировать способы ее подключения к машине логического программирования.

Модифицированная машина фон Неймана будет характеризоваться сочетанием динамической архитектуры и ассоциативной памяти, что является развитием традиционной машины фон Неймана, ориентированной на применение СБИС. Модифицированная машина фон Неймана на начальном этапе найдет применение как базис для конструирования машины обеспечения процессов исследования и разработки.

К разработке машин новой перспективной архитектуры можно приступать после того, как в ходе исследований соответствующих программных средств определены спецификации этих компьютеров. На начальной стадии промежуточного этапа на основе спецификаций, полученных в результате реализации группы первичных исследований по базовому программному обеспечению, будет разработана экспериментальная машина. Она должна частично использоваться в качестве инструмента развития базовых программных средств.

На ранней стадии разработки архитектуры систем с распределенными функциями потребуются сконструировать группу вспомогательных машин, обеспечивающих проведение базовых исследований таких систем, как локальные сети. На промежуточном этапе уже появится сеть с распределенными функциями, поддерживающая базу данных.

Будут созданы распределенная ОС и аппаратно-программные средства универсальных хост-машин, а благодаря этому — и ЭВМ, реализующая новую перспективную архитектуру, а также группы программных и аппаратных модулей, образующие основу базового программного обеспечения.

Окончательная формулировка цели работ по темам, связанным с новой перспективной архитектурой, появится на основе вторичных спецификаций в ходе исследований по базовому программному обеспечению и в результате разработки соответствующих машин. Желательно, чтобы эти направления были уточнены, во-первых, на начальной стадии промежуточного этапа, а во-вторых, на начальной стадии завершающего этапа.

На завершающем этапе исследования, связанные с созданием новой перспективной архитектуры, полезно разделить по двум направлениям, отнести к одному исследованию по логической машине, предназначенной для поддержки машины решения задач и по-

лучения выводов, а к другому — исследования по машинные базы данных (ее центральный компонент — машина реляционной алгебры), необходимой в основном для поддержки системы управления базами знаний.

Результаты исследований по конкретным машинам, частично реализующим перспективную архитектуру, окажутся полезными при разработке аппаратных средств поддержки системы интеллектуальных интерфейсов.

Могут появиться и другие полезные машины; возможности их разработки следует оценить на этапе уточнения и формирования целей (выделено пунктиром на рис. 4.7).

Исследования, относящиеся соответственно к базовому программному обеспечению и архитектуре, в конце завершающего этапа будут объединены благодаря решению таких проблем, как реализация функций интеллектуального интерфейса, управления базами знаний, решения задач и получения выводов.

Системы программных средств, которые планируется разработать, обеспечат весь диапазон машин, в том числе универсальные компьютеры, обладающие развитыми функциональными возможностями (включая первые варианты таких машин), индивидуальные компьютеры, а также специализированные ЭВМ.

Работы по архитектуре распределенных систем позволят объединить компьютеры в сеть, способную обеспечивать рациональное взаимодействие отдельных ЭВМ. Это приведет к развитию глобальных систем обработки информации о знаниях. В самом начале завершающего этапа детальные спецификации программных и аппаратных средств компьютеров должны привести к фиксации точных целей.

Поскольку создание соответствующих новой архитектуре машин связано с практическим применением СБИС, темы, посвященные СБИС, должны быть включены в проблематику исследований и разработок.

Требование, которое в первую очередь предъявляется к технологиям СБИС, — это возможность оперативно создавать специализированные СБИС. С этой целью для обеспечения разработки экспериментальной машины и прототипной системы должны быть проведены исследования по архитектуре СБИС и системам автоматизированного проектирования СБИС: вначале на промежуточном этапе должны быть созданы опытные СБИС для экспериментальной машины, а затем — системы автоматизированного проектирования.

Для создания вычислительных систем пятого поколения успешное завершение этих исследовательских тем принципиально важно; они должны иметь высокий приоритет и адекватное обеспечение. Проведение ряда исследований потребует применения простого интерфейса, обеспечивающего подключение к сети.

Общей целью данной группы исследований является разработка интеллектуальных систем автоматизированного проектирования, включая соответствующие архитектурные решения и базы данных.

4.4.3. ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПО БАЗОВЫМ ПРИКЛАДНЫМ СИСТЕМАМ

Широкие исследования, относящиеся к базовым прикладным системам, можно, вообще говоря, объединить в пять основных направлений. Чтобы добиться наилучших результатов, эти исследования следовало бы вести по схеме, которая, с одной стороны, позволяет аккумулировать достижения в смежных направлениях и обмениваться находками, а с другой — оставляет достаточный простор для самостоятельного творчества по каждому из направлений.

Общее представление о характере исследований и разработок по проблемам, относящимся к базовым прикладным системам, дает схема, изображенная на рис. 4.8.

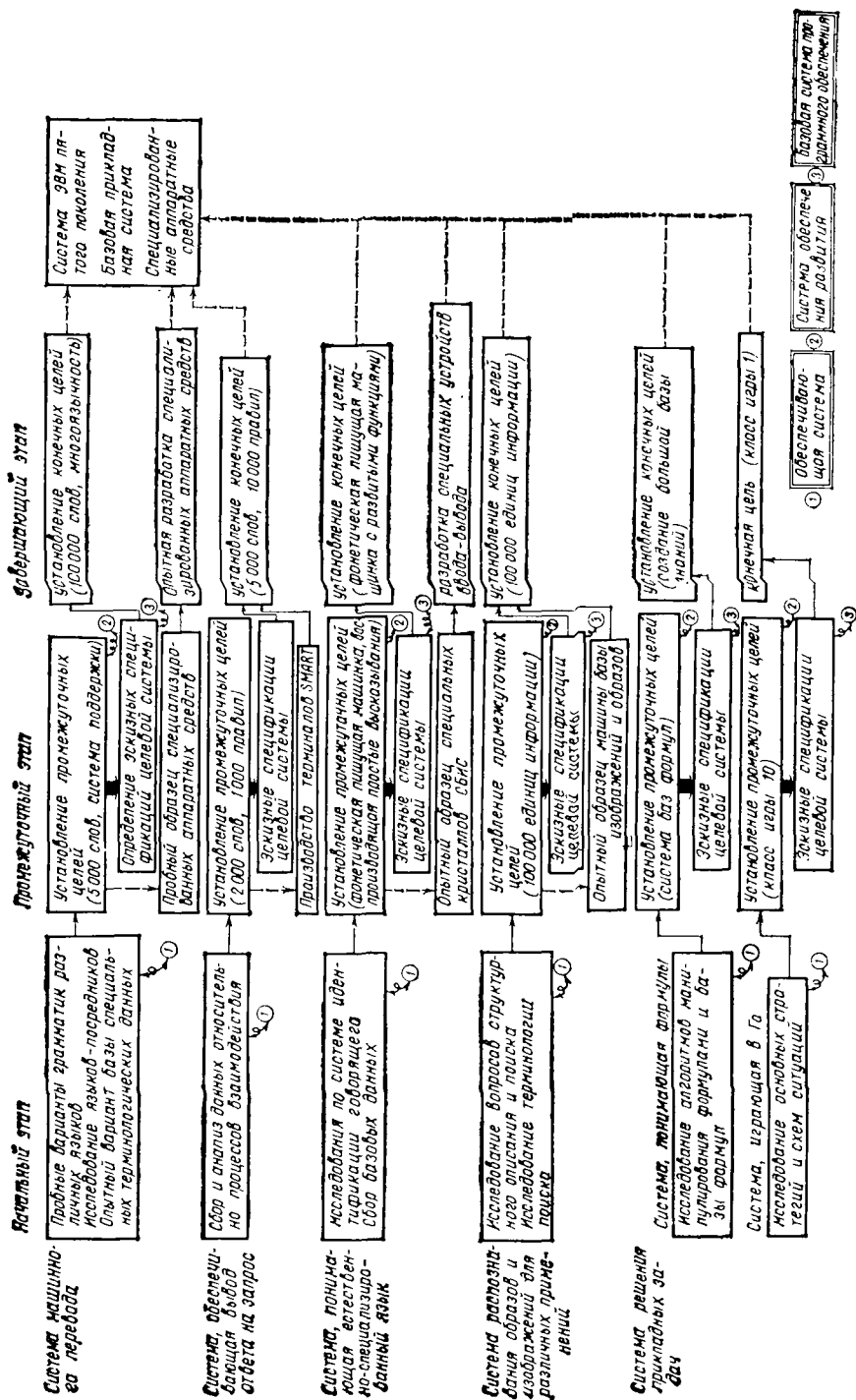
Начальный этап предполагает проведение независимых исследований для определения контуров базовых систем, систематизации основных данных и конструирования экспериментальных систем. Необходимые условия для этого состоят в следующем:

(1) Работа с экспериментальными системами обеспечения исследований и разработок должна способствовать накоплению соответствующих данных, форматы которых, как и язык программирования, стандартизуются.

(2) Обеспечивается обмен результатами, полученными для таких направлений, как общие проблемы машинного перевода, вывод ответа на запрос и обработка речевых данных.

(3) Создаются предпосылки прогрессивного применения новых достижений, полученных в области базовых программных средств; обеспечивается обратная связь с исследованиями в этой области. Данные, полученные в процессе использования предварительных вариантов базовых программных средств, время от времени должны передаваться разработчикам, чтобы своевременно выявлять требования, которые ранее могли быть упущены из поля зрения.

Точные цели промежуточного этапа должны вырабатываться с учетом уже полученных результатов. В основу дальнейшего развития следует положить применение достаточно развитых к этому времени благодаря достижениям в области базовых программных средств систем обеспечения исследований и разработок. Промежуточный этап предполагает не только воплощение целевых спецификаций в форму соответствующих целевых систем, но и объединение последних в системы с распределенными функциями. Например, системы обработки речевых данных, изображений и запросов могут быть скомпонованы в систему вывода ответа на запрос, оперирующую с речевыми данными и графикой. Тем самым обеспечивается дальнейшее расширение непрерывной последовательности работ. На основе опыта, полученного на промежуточном этапе при конструировании целевых систем, должны быть сформированы окончательные спецификации базовых программных систем, достаточные с точки зрения дальнейшей детализации.



Наряду с этим в соответствии с проведением архитектурных разработок должна осуществляться разработка опытных СБИС специального назначения для определенных систем и аппаратных средств, например для устройств ввода-вывода.

На завершающем этапе будут разработаны целевые системы, использующие в наибольшем, насколько это доступно, объеме возможности базовой системы программного обеспечения. Не обязательно при формировании всех компонентов целевых машин ориентироваться именно на базовые программные средства. Там, где это обосновано, можно создавать независимые системы требуемого профиля.

4.4.4. СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗРАБОТОК

Этапы основных исследований и разработок по системотехнике и системе обеспечения научных и технических работ указаны на схеме, которая приведена на рис. 4.9.

Исследования по системотехнике, помимо направленности на анализ общих для ЭВМ пятого поколения проблем, вначале будут нацелены главным образом на создание системы обеспечения разработок, а на завершающем этапе — на поиск новых направлений развития системотехнических методов, ориентированных на реализацию с помощью вычислительных систем пятого поколения. Отдельные результаты могут оказаться полезными уже на промежуточном этапе, и они должны периодически пополнять системы обеспечения создания ЭВМ пятого поколения.

Объектами системотехнического анализа являются аппаратные устройства, базовое программное обеспечение и прикладные системы, однако в рамках данного материала мы сконцентрируем внимание на программных средствах. Системотехнические методы в применении к архитектуре будут рассмотрены при обсуждении архитектуры систем с распределенными функциями.

Исследования по программному обеспечению связаны в основном с разработкой баз знаний и систем поддержки жизненного цикла программных средств. Как показано на рис. 4.9, они охватывают:

- 1) систему, обеспечивающую проектирование и развитие базы знаний;
- 2) систему поддержки расширяющейся базы знаний, которая обеспечивает также развитие ее разносторонности;
- 3) систему, консультирующую по вопросам проектирования программ;
- 4) систему синтеза и верификации программ;
- 5) систему поддержки, развития и управления программами.

Одно из направлений, связанное с системотехническими методами в применении к программным и аппаратным средствам, предусматривает базовые исследования по методам конструирования

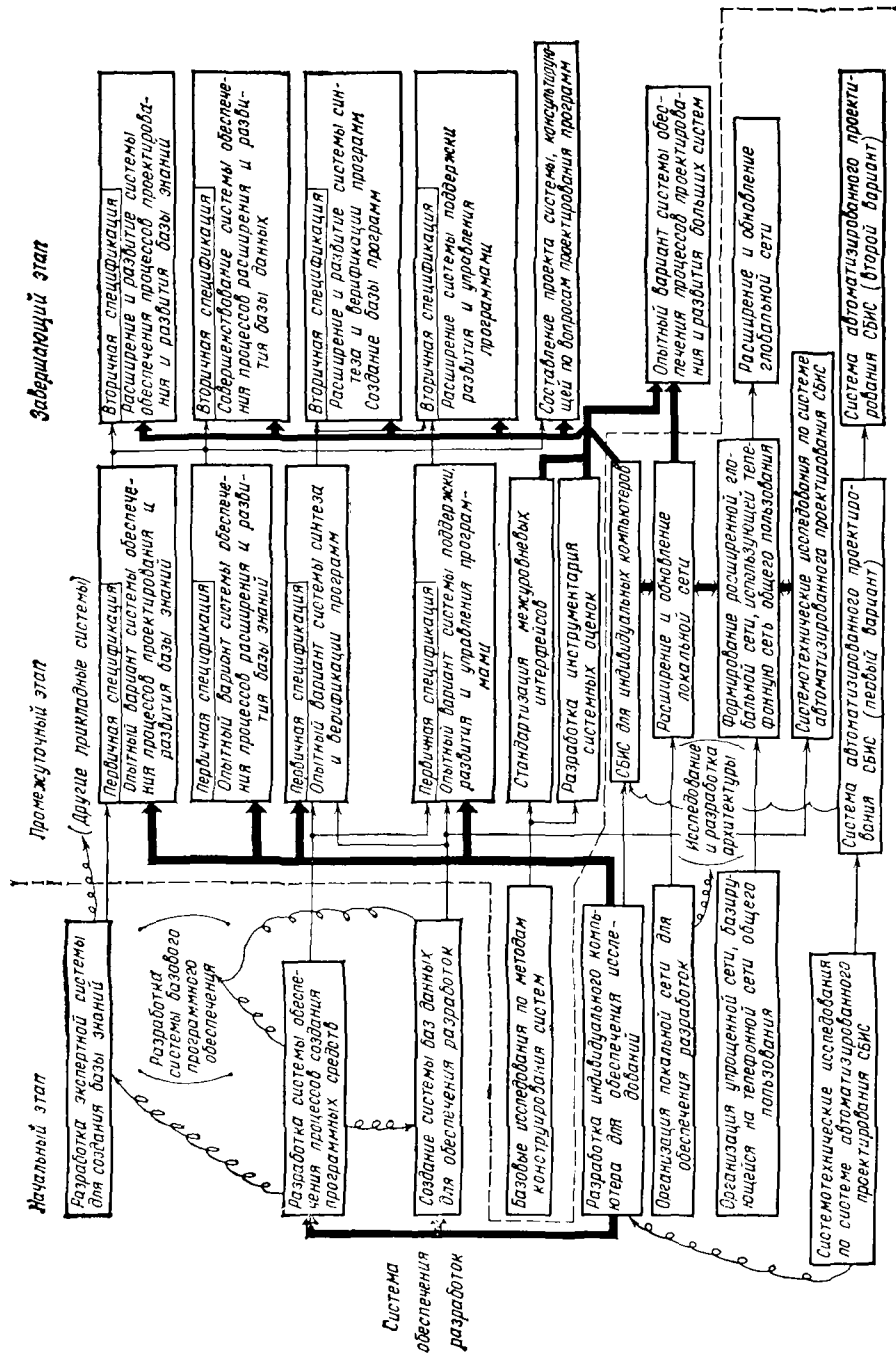


Рис. 4.9. Системные исследования и создание системы обеспечения

систем, по стандартизации интерфейсов между уровнями иерархии, по разработке инструментальных средств оценки систем, а также по созданию обеспечения для проектирования и развития больших систем.

На ранней стадии проекта необходимо располагать технологией обеспечения разработок по созданию индивидуальных компьютеров (главным образом по их программному обеспечению), должна быть закончена разработка локальной сети для этих компьютеров, а также системы автоматизированного проектирования БИС/СБИС. Желательно также, чтобы была построена глобальная сеть, использующая коммутируемую сеть NTT (Nippon Telegraph and Telephon Public Corporation).

Необходимые для исследований и разработок индивидуальные компьютеры должны быть получены на основе массового производства, организованного с учетом результатов первоначальных исследований по машинам логического программирования (компонент новой архитектуры). Выпуск машин должен быть подготовлен к середине промежуточного этапа. К этому времени должны быть разработаны также системы автоматизированного проектирования СБИС.

4.5. ПЛАН ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

4.5.1. ПЛАН ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

План исследований и разработок представлен в табл. 4.4 (см, также параграф 4.4). В параграфе 4.5.2 содержится детализация некоторых разделов этого плана.

4.5.2. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

(1) Начальный этап

Т1) Базовая система программного обеспечения

1) Исследования по системе управления базами знаний будут охватывать систему представлений, включая язык представления знаний, методы получения и использования знаний, а также управление распределенными знаниями. Эти исследования сконцентрируются на систематизации базовой теории и накоплении основных данных по результатам опытной реализации базовых функций. Для языка представления данных должны быть получены первичные спецификации.

2) Простейший основной язык для систем, обеспечивающих решение задач и получение выводов, должен базироваться на логике предикатов; в свою очередь, этот язык будет основой для

Т а б л и ц а 4.4. План исследований и разработок

Группа	Начальный этап	Промежуточный этап	Завершающий этап
1	2	3	4
Базовая прикладная система	(1) Подготовка базовых систем (грамматики, системы распознавания, системы описания)	(1) Установление промежуточных целей (система обеспечения перевода со словарным запасом 5000 слов; специализированная система, обеспечивающая вывод ответа на запрос, оперирующая 2000 слов и 1000 правил; система, понимающая речь и обрабатывающая простые высказывания; поисковая система с фондом 10000 единиц изображений и образов; система, оперирующая алгебраическими формулами и использующая базу формул; система, играющая в Го на уровне класса 10)	(1) Уточнение конечных целей (многоязычная система перевода со словарным запасом 100 000 слов; система, обеспечивающая вывод ответа на запрос, оперирующая 5000 слов и 10 000 правил; фонетическая пишущая машинка с развитыми возможностями; поисковая система с фондом в 100 000 единиц изображений и графических данных; система с базой знаний, воспринимающая формулы; система, играющая в Го на высоком уровне)
	(2) Сбор и систематизация базовых данных (данные, характеризующие диалог, база терминологических данных, база формул)	(2) Эскизная спецификация конечных целей	(2) Разработка специальных аппаратных средств
	(3) Опытный образец экспериментальной системы	(3) Опытные образцы специальных аппаратных средств	
Базовая система программного обеспечения	(1) Определение (начальная стадия) спецификаций основного языка (такого, как PROLOG),	(1) Развитие и расширение спецификаций основного языка с целью получения окончательного варианта как базового	1) Модель промежуточного варианта машины

1	2	3	4
	<p>предшествующее первичной спецификации</p> <p>(2) Базовые исследования соответствующих программных компонентов и разработка первичных спецификаций</p> <p>(3) Опытные образцы некоторых систем и накопление данных</p>	<p>вого компонента программного обеспечения машины (вторичные спецификации)</p> <p>(2) Опытный образец системы управления базами знаний с использованием машинных реляционных баз данных</p> <p>(3) Разработка прототипной интерфейсной системы на машине, обеспечивающей ведение разработок Спецификации специальных аппаратных средств</p> <p>(4) Эскизная проработка системы новых теорий</p>	<p>(2) Спецификации целевой системы</p> <p>(3) Разработка целевой системы</p> <p>(4) Развитие основного языка, в частности, за счет добавления средств запроса к базе знаний</p> <p>(5) Разработка окончательного варианта системы, интеграция системы с машинами пятого поколения</p> <p>(6) Основание системы новых теорий</p>
Новая перспективная архитектура	<p>(1) Оценка предлагаемых вариантов машин на основе моделирования, накопление базовых данных</p> <p>(2) Опытные образцы некоторых экспериментальных машин</p>	<p>(1) Использование результатов оценок, сделанных на начальном этапе, в дальнейших разработках по предложенным вариантам машин</p> <p>(2) Опытные образцы экспериментальных машин среднего класса (построенных с</p>	<p>(1) Завершение разработки машин и создания их спецификаций</p> <p>(2) Создание прототипа и его интеграция с системой программного обеспечения. Про-</p>

1	2	3	4
	(3) Разработка аппаратно-программной PROLOG/LISP-машины для обеспечения разработок	использованием первой версии СБИС). Применение машин для опробования программного обеспечения (3) Расширение сферы использования машины при разработке аппаратно-программной базы и спецификация СБИС для конкретных применений	прототипная машина пятого поколения (использует вторую версию СБИС)
Архитектура систем с распределенными функциями	(1) Формирование методов разработки архитектуры систем с распределенными функциями (2) Базовые исследования по распределенной ОС и технике локальной сети (3) Развитие локальной сети в целях обеспечения проведения разработок	(1) Разработка сети, поддерживающей системы с распределенными функциями (сеть индивидуальных суперкомпьютеров) и включающей машины обеспечения разработок (2) Разработка распределенной ОС и ассоциированных с ней программных средств, а также аппаратных средств, таких, как машина базы данных (3) Опытные образцы универсальных хост-машин; поддержка функций хост-машин с применением индивидуального компьютера	(1) Расширение сети, поддерживающей системы с распределенными функциями, на основе прототипных машин пятого поколения, которые образуют ее ядро (2) Разработка аппаратных средств интеллектуального интерфейса
Технология СБИС	(1) Новые перспективные архитектурные решения по специализированным БИС (2) Исследования и создание опытных	(1) Исследование перспективных архитектурных решений по специализированным СБИС (2) Развитие системы автоматизированного проектиро-	(1) Разработка прототипной машины с использованием специализированных СБИС (2) Развитие системы автоматизированного проектиро-

1	2	3	4
	<p>средств программного обеспечения для системы автоматизированного проектирования СБИС; организация системы автоматизированного проектирования</p> <p>(3) Базовые исследования по архитектуре СБИС</p>	<p>вания СБИС и обеспечение ее готовности для практического использования</p> <p>(3) Разработка базы архитектурных данных для СБИС</p>	<p>вания СБИС до уровня интеллектуальной системы</p> <p>(3) Формирование базы знаний по архитектуре СБИС</p>
<p>Системотехнические методы и средства</p>	<p>(1) Базовые исследования по методам конструирования систем (модульная иерархическая организация)</p> <p>(2) Базовые исследования по проектированию базы знаний</p> <p>(3) Базовые исследования по проблеме жизненного цикла техники управления</p>	<p>(1) Исследования по проблеме расширения и развития систем</p> <p>(2) Стандартизация интерфейсов между иерархическими уровнями</p> <p>(3) Проектирование и развитие системы обеспечения системотехнических исследований (средства синтеза и верификации программ, средства обеспечения проектирования и развития базы знаний)</p> <p>(4) Разработка инструментальных средств оценки системы</p>	<p>(1) Расширение системы обеспечения системотехнических исследований (средства обеспечения развития и расширения, система, консультирующая по вопросам проектирования)</p> <p>(2) Разработка систем обеспечения процессов проектирования и развития больших систем</p> <p>(3) Разработка систем поддержки, развития и управления</p>

1	2	3	4
Техника обеспечения разработки	<p>(1) Организация локальной сети и включение в сеть машин, используемых для обеспечения разработки</p> <p>(2) Организация простой глобальной сети, использующей телефонные каналы общего пользования и соединяющей машины обеспечения разработки</p> <p>(3) Развитие PROLOG/LISP-машин как инструментальных средств разработки</p> <p>(4) Организация систем автоматизированного проектирования БИС</p> <p>(5) Разработка системы, обеспечивающей создание программных средств (средства языка программирования, редактор, база данных)</p> <p>(6) Разработка экспертных систем для построения базы знаний</p>	<p>(1) Организация локальной сети для поддержки системы с распределенными функциями (расширение и обновление локальной сети)</p> <p>(2) Расширение глобальной сети, использующей телефонные каналы общего пользования, и установка системы баз данных</p> <p>(3) Проведение работ с использованием индивидуальных суперкомпьютеров, оснащенных основным языком (первый вариант)</p> <p>(4) Разработка и использование распределенной базы данных</p>	<p>(1) Обеспечение системотехнических исследований на основе использования расширенной системы с распределенными функциями и локальной сети</p> <p>(2) Расширение глобальной сети</p>

языка PROLOG. Он будет использоваться в качестве языковой спецификации машины логического программирования, образующей часть аппаратно-программных средств вычислительной системы пятого поколения и применяемой для обеспечения разработок.

Базовые исследования, связанные с созданием систем решения задач и получения выводов, должны сочетать программирование и разработку первичных спецификаций для основного языка. Исследования и разработка экспериментальных высокоуровневых моделей решения задач потребуются для системы управления базами знаний и системы интеллектуальных интерфейсов. Результаты модификации и расширения спецификаций основного языка следует незамедлительно передавать для использования в конструкциях и программном обеспечении индивидуальных компьютеров, что будет содействовать разработке других систем. В то же время это позволит собрать необходимые данные и проанализировать приемлемость спецификаций.

3) Разработка системы интеллектуальных интерфейсов будет опираться на методы и базовую теорию естественных языков, речевых систем и систем отображений. Эти исследования охватят вопросы идентификации фонем, компоненты грамматического анализа, семантический анализатор, анализатор изображений и систему вывода изображений. Потребуется базовые исследования по проблемам представления знаний и по системе, обеспечивающей решение задач. Для оценки и развития указанных систем необходимо дополнить систему обеспечения разработок соответствующими экспериментальными системами. В результате будут получены соответствующие первичные спецификации.

Т2) Базовая прикладная система

1) Создание системы машинного перевода будет вестись на основе экспериментов с грамматиками различных языков, изучения промежуточных языков, путем выбора направления развития базовой экспериментальной системы синтеза текста и базы терминов, а также при накоплении необходимых данных. Перечисленные работы будут выполняться с помощью обеспечения разработок; наряду с этим будет создан ряд экспериментальных систем. Одновременно должны проводиться исследования и проектирование соответствующих аппаратных средств, в том числе развитых средств обработки слов и машин базы терминов.

2) Для создания систем, обеспечивающих вывод ответа на запрос, необходимо собрать и проанализировать сведения относительно диалоговых режимов, основные специальные данные, такие, как знания той или иной предметной области, и построить системы, которые могли бы использовать эти данные. Для выполнения этой работы окажется полезной система обеспечения разработок и будут создаваться экспериментальные системы. Необходимо спроектировать соответствующие устройства ввода-вывода типа терминалов SMART и организовать их опытное производство.

3) При разработке системы, понимающей естественно-специализированный язык различных предметных областей, наряду со сбором необходимой информации должны создаваться такие системы, как, например, система идентификации источника речевых данных. Наряду с использованием системы обеспечения исследований и разработок предусмотрено создание различных экспериментальных систем. Должны быть исследованы вопросы построения специализированных аппаратных средств, устройств ввода-вывода и проведены базовые работы по проектированию указанных средств.

4) При создании весьма общей системы распознавания образов потребуется осуществить выбор системы структурного программирования, поисковой системы и базовой системы для фундаментальных исследований по поисковому языку. С помощью системы обеспечения исследований и разработок будут созданы и исследованы соответствующие экспериментальные системы.

Планируется провести исследования и работы по проектированию специальных аппаратных средств, например машины баз образов.

5) При создании системы, обеспечивающей решение прикладных задач, предусматриваются исследования алгоритмов обработки и методов формирования базы знаний; целью этих работ является построение системы, понимающей математические выражения, и разработка базовых систем, таких, как система, способная воспринимать знания по фундаментальной стратегии и ситуационным схемам игры в Го.

Прогресс в создании специализированных устройств ввода-вывода должен способствовать появлению соответствующих экспериментальных систем. Эта задача будет решаться с помощью системы обеспечения исследований и разработок.

A1) Новые перспективные архитектурные решения

1) На начальном этапе планируется собрать основные базовые данные для проектирования машины, которые можно рассматривать в качестве возможной реализации новой прогрессивной архитектуры. Получение этих данных будет осуществляться посредством моделирования и создания опытных аппаратных средств (аппаратное моделирование). В этих целях должны использоваться существующие большие машины.

2) Необходимо разработать машины для проведения базовых исследований программных средств поддержки интеллекта. Технические решения, связанные с поддержкой языков LISP и PROLOG, а также с формированием программно-аппаратной базы указанных машин, будут разработаны на базе модифицированной машины фон Неймана.

A2) Архитектура систем с распределенными функциями

1) Оценка методов проектирования систем с распределенными функциями будет вестись с привлечением экспериментальных систем и моделей.

2) С помощью локальной сети, используемой в качестве средства разработки, будут созданы прототипная распределенная ОС и системы управления коммуникациями. Это, в свою очередь, должно способствовать проведению базовых исследований по сетям с распределенными функциями.

3) Планируется разработать индивидуальные компьютеры, оснащенные дисплеями с высокой разрешающей способностью и средствами ввода изображений, а также сформировать спецификации других компонентов сетей с распределенными функциями.

А3) Архитектура и системы автоматизированного проектирования СБИС

1) Предусматривается создание среды для производства специализированных БИС, используемых при разработке экспериментальных машин и перспективной архитектуры, а также машин, обеспечивающих проведение разработок.

2) Одновременно должны быть созданы программные и аппаратные средства конструирования специализированных интегральных схем. Помимо разработки программного обеспечения систем автоматизированного проектирования СБИС должен быть осуществлен сбор данных, необходимых для развития этих систем.

3) Планируется выполнить базовые исследования по развитию архитектуры СБИС.

С1) Системотехнические методы и средства

1) Должны быть выполнены базовые исследования, цель которых — определение основных позиций спецификации системы интеллектуального программирования, создание системы синтеза, верификации и т. п. В этот же период намечено создать экспериментальный вариант системы. Наряду с этим для обеспечения исследований и разработок необходимо сконструировать развитую диалоговую систему программирования для индивидуального компьютера. Одновременно предусматривается совершенствование методов сбора данных о системах, подлежащих исследованию и разработке. Первичные спецификации должны согласовываться со спецификациями базового программного обеспечения.

2) Для более углубленного понимания проблем проектирования баз знаний следует провести исследования по системам представления основных метазнаний, системам получения выводов и верификации и на основе этих исследований создать экспериментальные варианты систем. Одновременно придется строить опытные системы, где каждая функция поддерживается отдельным индивидуальным компьютером. Эти системы полезны для обеспечения исследований и разработок и накопления необходимых данных. Здесь также следует помнить о согласовании первичных спецификаций со спецификациями базового программного обеспечения.

С2) Техника обеспечения разработок

1) Для обеспечения процессов разработки на базе существующей техники должна быть создана локальная сеть, к которой сле-

дует подключить как машины, поддерживающие PROLOG/LISP, так и существующие машины.

2) Планируется построить глобальную сеть на основе существующей общественной сети, объединяющей несколько исследовательских центров.

3) Предусматривается подключение систем автоматизированного проектирования к локальной сети. К этому времени должны быть созданы локальные сети типа сети ETHER (Ксерокс корпорейшн) и CHAOS (Массачусетский технологический институт).

Предусмотрено создание спецификации языка описания схемы БИС, в определенной степени сходного с языком CIF (США).

(2) Промежуточный этап

Т1) Базовая система программного обеспечения

1) Планируется разработать прототип системы управления базами знаний, включающей опытный образец машины базы данных, которая будет создана на основе результатов начального этапа исследований. Система управления базами знаний будет применяться в других системах; полученные при этом оценки функционирования понадобятся для подготовки материалов конечных спецификаций. В течение данного периода аналогичные попытки будут предприниматься и в отношении других базовых программных средств.

Должны быть заложены основы новых теоретических систем (таких, как теория знаний, теория представлений знаний и т. д.).

2) На базе системы, поддерживающей исследования и разработки, с целью расширения представлений об основном языке будут поставлены эксперименты, связанные с созданием системы, обеспечивающей решение задач и получение выводов. Одновременно должны быть уточнены связи этой системы с системами кодирования смысла и спецификаций. С помощью опытной машины получения выводов потребуется создать опытные системы обработки и в ходе экспериментов с ними получить оценки и подготовить эскизы окончательных спецификаций. В течение промежуточного этапа предусматривается включение в систему эффективных компонентов других базовых программных систем. Должны быть созданы основы новых теоретических систем.

3) С помощью системы обеспечения исследований и разработок и экспериментальной машины должен быть создан прототип системы интеллектуальных интерфейсов, который будет необходим для исследований, связанных с базовой прикладной системой. На основе накопленного при этом опыта должны быть подготовлены эскизы окончательных спецификаций. Будут проведены работы по сопряжению этой системы с другими базовыми программными средствами. Должны быть заложены основы новых теоретических систем (таких, как теория распознавания, теория понимания, теория представления). И наконец, должны быть сфор-

мированы спецификации аппаратных средств, включая СБИС и устройства ввода-вывода с развитыми функциями.

T2) Базовая прикладная система

1) Промежуточная цель частично состоит в том, чтобы построить небольшую систему перевода, оперирующую 5000 слов. На основе разработки и оценки такой системы будут получены данные, которые понадобятся как при исследовании спецификаций базовой системы программного обеспечения, так и для поддержки интеллектуальных функций и подготовки окончательных спецификаций целевой системы.

Предусматривается расширение словарной базы данных и базы терминов, что приведет к формированию базы интеллекта, а также создание соответствующих экспериментальных аппаратных средств.

2) Разработка и оценивание промежуточного варианта системы вывода ответа на запрос в расчете на то, что для специализированных приложений достаточен ограниченный запас лексики (2000 единиц) и правил (1000), позволят получить данные, необходимые для разработки спецификации базовой программной системы и придания системного характера средствам искусственного интеллекта. Система должна быть взаимосвязана с другими базовыми прикладными системами, для нее необходимо подготовить эскизный вариант детальных спецификаций. Придется расширить и развить соответствующие специализированные базы знаний, которые будут содержать знания о самой вычислительной системе пятого поколения и ее компонентах. Должны быть созданы опытные варианты аппаратных средств, включая, терминалы SMART.

3) При создании промежуточного варианта фонетической пишущей машинки для системы понимания речи будут применены средства обеспечения исследований и разработок. Разработка и оценивание такой системы позволят получить данные для анализа спецификаций базовой системы программного обеспечения и систематизации проблематики искусственного интеллекта. Необходимо подготовить эскизный вариант детализированных спецификаций целевой системы и разработать специальные аппаратные средства.

4) Планируется разработать промежуточный вариант системы распознавания образов и изображений для различных применений, которая в этом варианте должна опираться на систему обеспечения исследований и разработок и оперировать приблизительно 10 000 единиц образов и изображений. Разработка и оценивание функционирования такой системы позволят получить данные для выработки спецификаций базовой системы программного обеспечения и для систематизации разработок по искусственному интеллекту. Должны быть созданы детализированные спецификации целевой системы, предусматривающие ее взаимоувязку с

другими системами, построены экспериментальные образцы специальных аппаратных средств, таких, как машины базы данных.

5) Наряду с построением системы, обеспечивающей решение прикладных задач, промежуточной целью будет создание системы понимания математических выражений. Предусматривается также создание системы, играющей в Го (на уровне класса 10). В ходе разработки и оценивания этих систем будут получены данные для спецификаций базовой системы программного обеспечения и систематизации разработок по искусственному интеллекту. Планируется формирование эскизного варианта детализированных спецификаций целевой системы. Должна получить дальнейшее развитие база правил. Будут разрабатываться специальные аппаратные средства.

A1) Новые перспективные архитектурные решения

1) На промежуточном этапе должны быть построены экспериментальные машины, соответствующие новой архитектуре. При этом необходимо исходить из языковых спецификаций, полученных при исследовании базового программного обеспечения. Будут использованы первые варианты специализированных СБИС.

2) Результаты исследованных машин новой архитектуры будут обобщены, и число перспективных вариантов компьютеров пятого поколения должно сократиться с 6 до 3.

3) На базе СБИС должно быть организовано производство PROLOG/LISP-машин для построения небольших индивидуальных компьютеров и увеличения их производительности.

4) Предусматривается использование части машин, реализующих отдельные архитектурные решения, для исследования программных средств.

A2) Архитектура систем с распределенными функциями

1) На основе результатов начальных исследований должна быть разработана сеть, поддерживающая системы с распределенными функциями. Это будет своего рода расширение и обновлением локальной сети, обеспечивающей проведение исследований и разработок. Кроме того, должна быть сформирована основа программного обеспечения, а именно распределенная ОС.

2) Обеспечивающий индивидуальный компьютер, машина базы данных и т. д. должны быть связаны в сеть индивидуальных суперкомпьютеров. Планируется развитие глобальной сети (реализующей пакетную коммутацию и т. п.).

Необходимо проводить постоянные исследования по программному обеспечению сетей, поддерживающих системы с распределенными функциями, и их компонентам, таким, как универсальные хост-машины.

A3) Архитектура и системы автоматизированного проектирования специализированных СБИС

1) Для обеспечения исследований по новой архитектуре, в том числе по архитектуре систем с распределенными функциями, пре-

дусматривается разработка системы автоматизированного проектирования специализированных СБИС.

2) На основе исследований по архитектуре СБИС должны быть разработаны функциональные модули, схемы, языки программирования, обеспечивающие манипулирование масками, и обрабатывающие системы. С целью развития базы архитектурных данных для интеллектуальных систем автоматизированного проектирования СБИС необходимо накапливать и систематизировать формализованные описания соответствующих элементов.

С1) Системотехнические методы и средства

1) Промежуточной целью разработки в области интеллектуальных систем программирования будет развитие системы простых процедур синтеза и верификации, ограниченной базы программ и базовой системы понимания программ. Эти системы будут применяться совместно, расширяя функции системы обеспечения разработок. На основе включения этих компонентов в базовое программное обеспечение должна быть спроектирована базовая система; должен быть также получен эскизный вариант спецификации целевых систем. Необходимо создать теоретические основы синтеза и верификации.

2) Промежуточной целью в проблематике, относящейся к системе проектирования базы знаний, является построение системы, включающей ограниченную подсистему представления метазнаний и подсистему, обеспечивающую получение выводов и верификацию. В результате экспериментов должна быть создана базовая интегрированная система, взаимоувязанная с базовыми программными средствами. Будут заложены теоретические основы представления метазнаний и осуществлено соответствующее расширение обеспечивающей системы. И наконец, необходимо поставить эксперименты, связанные с накоплением больших объемов знаний.

С2) Техника обеспечения разработок

1) Для обеспечения взаимоувязки и обмена результатами исследований в области как программных, так и технических средств должны быть стандартизованы принципы структуризации и интерфейсы. Планируется создание систем баз данных, обеспечивающих хранение полученных результатов.

2) Процессы разработки должны поддерживаться применением техники систем с распределенными функциями и глобальных сетей. Для индивидуальных компьютеров будут созданы соответствующие периферийные машины (PROLOG/LISP-машины).

3) Завершающий этап

Т1) Базовая система программного обеспечения

1) Необходимо разработать модель программного обеспечения целевой машины. При ее создании будет использован опытный промежуточный вариант машины или программные средства системы управления базами знаний. Одновременно должны быть

развиты и уточнены спецификации. Разработанная система будет включена в состав средств целевой машины и использована при разработке базовой прикладной системы. При проведении исследований предусматривается применение развитых средств обучаемости. Будут заложены основы новой теоретической базы.

2) На основе опытного промежуточного варианта машины или средств обеспечения процессов обработки целевой машины необходимо построить модель целевой системы решения задач и получения выводов. Обработывающая система должна быть интегрирована с системой интеллектуального программирования и — для обеспечения развития других систем — включена в состав средств целевой машины. Использование собранных данных приведет к созданию более развитых средств, обеспечивающих решение задач. Одновременно должны быть выполнены исследования по повышению производительности машины, а также предприняты попытки создать новую теорию.

3) В ходе разработки целевой системы интеллектуальных интерфейсов будет построен соответствующий модельный образец. Он должен включать в себя специальные аппаратные средства и интегрироваться с системой управления базами знаний, а также с системой решения задач и получения выводов, образуя часть целевой системы. На основе собранных данных будут выполнены исследования, охватывающие дополнительные средства реализации развитых функций. Должны быть предприняты попытки заложить новые теоретические основы.

Т2) Базовая прикладная система

1) Целевая система машинного перевода будет оперировать 100 000 слов нескольких языков. Для достижения этой цели будут предприняты действия по сопряжению указанной системы с базовым программным обеспечением, по созданию различных развитых баз знаний, разработке и развитию специальных аппаратных средств.

2) Будет построен окончательный вариант системы, обеспечивающей вывод ответа на запрос и функционирующей на базе целевой машины. Система будет ориентирована на несколько предметных областей и должна использовать 5000 или более слов и по крайней мере 10 000 правил. Потребуется ее увязка с базовой системой программного обеспечения, а также с другими базовыми прикладными системами. Должны быть созданы соответствующие базы данных и наряду с увеличением их числа обеспечено их развитие. В целевую систему будет включена интеллектуальная сервисная система.

3) Окончательный вариант системы понимания речи будет включать, например, фонетическую пишущую машинку как развитое устройство ввода-вывода для целевой машины. Система должна быть взаимосвязана с системой интеллектуальных интерфейсов.

4) Конечной целью разработки системы распознавания образов и изображений будет создание базы образов и изображений, содержащей 100 000 единиц информации. Одновременно будет разработана поисковая система. Эти системы согласуются с системой интеллектуальных интерфейсов и с другими базовыми прикладными системами.

5) Система, обеспечивающая решения прикладных задач, в своем окончательном виде будет включать систему обработки формул, базу знаний, хранящую правила и формулы, а также систему, играющую в Го на уровне, соответствующем первому квалификационному классу.

A1) Новые перспективные архитектурные решения

1) В соответствии с окончательными языковыми спецификациями, полученными в ходе исследований по базовому программному обеспечению, планируется разработка машин, реализующих новые перспективные архитектурные решения. В течение завершающего этапа число перспективных вариантов машин для реализации архитектуры в соответствии с результатами промежуточного этапа будет снижено до одного или двух. Машин должны быть классифицированы по производительности. Предусматривается разработка некоторых машин, отвечающих требованиям прикладного программного обеспечения.

2) В разработках указанных прототипных машин должна применяться вторая версия СБИС.

3) В этот же период необходимо выполнить оценку архитектуры и обеспечить ее развитие на основе требований прикладных систем и совокупности окончательных спецификаций программных средств.

A2) Архитектура систем с распределенными функциями

1) Планируется развитие разработанной на промежуточном этапе сети для поддержки системы с распределенными функциями. На базе машин, реализующих новую архитектуру, должна быть построена сеть обработки информации о знаниях.

2) Для реализации обработки речи, графических образов, текстов на естественных языках должны быть разработаны специальные СБИС и процессоры. Концепции разработки должны согласовываться со спецификациями, определенными в ходе исследований по базовой прикладной системе.

3) В состав средств сети для поддержки системы с распределенными функциями, должны быть включены группы пакетов программ обработки информации о знаниях, осуществлены их оценка и развитие.

A3) Архитектура и системы автоматизированного проектирования СБИС.

1) При создании второй версии СБИС, необходимой для построения прототипов реализации новых перспективных архитектурных решений, планируется использовать системы автоматизированного проектирования СБИС.

2) В этот же период должна быть осуществлена разработка специальных интегральных схем для использования в системах обработки речи, изображений и текстов на естественном языке.

3) Предусматривается расширение базы архитектурных данных СБИС и включение ее в системы автоматизированного проектирования. На основе результатов исследований по базам знаний должен быть построен прототип интеллектуальной системы автоматизированного проектирования СБИС. В этот же период будет проведена интеграция средств проектирования алгоритмов, схем и т. п.

С1) Системотехнические методы и средства

1) Должна быть разработана соответствующая подсистема интеллектуальной системы программирования, обеспечивающая создание программ на основе вопросов и ответов на естественном языке. Подсистема должна поддерживать, в частности, большую базу программ, разрабатываемые программные системы и спецификации устраненных ошибок.

Разработку необходимо выполнять в такой последовательности, которая позволила бы использовать получаемые результаты при разработке прикладных систем. Должна быть создана теоретическая база процедур спецификации, синтеза и верификации.

2) Для разработки системы обеспечения процессов проектирования интегрированной базы знаний планируется применение целевой машины. Эта система будет включать наряду с другими системами систему обеспечения расширения и развития, а также систему обеспечения выполнения программ.

Последовательность, в которой будет выполняться разработка, дает возможность применять ее результаты на различных этапах развития базовой прикладной системы. Система интегрируется с интеллектуальной системой программирования. Должны быть предприняты попытки формирования теоретических основ верификации метазнаний и т. п.

С2) Техника обеспечения разработок

1) Повышенная гибкость конфигурации достигается путем стандартизации интерфейсов, обеспечивающих подключение модулей и каналов ввода-вывода к прототипным машинам.

2) Результаты, полученные в ходе разработки, систематизируются для последующего формирования базы данных.

3) Должны быть созданы соответствующие методы и средства оценки систем.

4.6. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОЕКТА

4.6.1. БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

Организационные детали исследовательской деятельности и процедуры реализации проекта следует рассматривать в предположении, что ради более легкого его осуществления не придется пожертвовать сутью самой идеи.

В качестве принципов организации и осуществления данного проекта можно назвать следующие.

1) Проект должен состоять из творческих и перспективных решений.

В проекте вовсе не предполагается следовать решениям, уже найденным в других передовых странах, или копировать разрабатываемую ими технику. Проект направлен на одновременную реализацию социальных и технических идеалов, касающихся будущего. Одна из отличительных черт проекта состоит в том, что исследовательские и экспериментальные аспекты достижения этой цели в нем специально подчеркиваются.

2) Проект должен быть нацелен в будущее.

Предполагается, что цели проекта будут достигнуты в течение десяти лет. В то же время предусматривается ряд промежуточных этапов, реализация результатов которых должна в итоге привести к созданию систем обработки информации о знаниях. Эти системы в стандартных ситуациях будут сравнимы по своим возможностям с человеческим мозгом. В соответствии с каждым таким этапом проект обеспечивает предпосылки для достижения промежуточных целей. С другой стороны, проект нацелен в будущее, и, следовательно, он приобретает большую значимость для исследовательской деятельности. При рассмотрении проекта необходимо также иметь в виду, что он будет инициировать и другие проекты.

3) Диапазон проекта должен быть достаточно широк, с тем чтобы охватить все объекты компьютерной индустрии, которая, как ожидается, к девяностым годам будет служить фундаментом всей промышленности.

В связи с естественной ограниченностью людских и материальных ресурсов на начальном этапе проекта ставятся скромные, но четко очерченные цели. Тем не менее достижение их рассматривается в качестве средств содействия развитию проекта как с точки зрения создания компьютеров, так и с точки зрения формирования компьютерной индустрии в целом. В частности, будут проведены исследования по высокоскоростным вычислительным системам, предназначенным для выполнения численных расчетов, по организации больших проектов в области науки и техники, а также исследования, связанные с совершенствованием средств уп-

равления техникой, закладываемой в основу следующего поколения отраслей промышленности.

4) Проект должен иметь интернациональную ориентацию.

Как указывалось, проект будет играть стимулирующую роль. Подразумевается, что он окажет важное воздействие на промышленность не только Японии, но и других стран. Если связанные с этим проектом усилия увенчаются успехом, то накопленный благодаря ему творческий потенциал будет способствовать как укреплению международных позиций Японии, так и общему прогрессу в мире. Вот почему проект должен быть ориентирован на перспективы мирового развития.

Столь грандиозный по своим масштабам и целям проект не может быть реализован, если не принять во внимание следующее.

1) Отмечалось, что одной из важнейших проблем исследований, связанных с проектом, является установление правильных целей. Для того чтобы придать оригинальность исследованиям, могут быть поставлены заведомо претенциозные цели. В то же время необходимо позаботиться о том, чтобы не зайти слишком далеко, потеряв из виду критерии экономической целесообразности.

Таким образом, выработка целей должна быть завершена достижением исключительной сбалансированности технических требований и экономических факторов.

2) Считается, что долгосрочный характер проекта позволяет, невзирая на ожидаемые затраты, устанавливать любые цели, если только их реализация признана абсолютно необходимой для будущего. Тем не менее для успешной разработки проекта необходима декомпозиция его конечных целей с тем, чтобы обеспечить достижение реальных промежуточных результатов, опирающихся на надежный учет экономических факторов и потребностей. В числе промежуточных целей будут и консервативные, и претенциозные; предполагается обеспечить возможность их параллельного достижения. В частности, на начальном этапе проекта будут приняты попытки выполнить параллельные исследования по некоторым темам, несколько отличающимся от базовых. С другой стороны, перечень объектов исследований должен пересматриваться на основе строгой ежегодной переоценки.

3) Процедурные аспекты исследований и их результаты должны оцениваться отдельно. Понятно, что заранее выявить шаги, ведущие к негативному результату, не менее важно, чем установить мероприятия, необходимые для достижения успеха. И наконец, придание особой значимости оценкам оригинальности способствует получению творческих результатов, которые, в свою очередь, порождают дальнейшие разработки.

4) В течение всего длительного периода осуществления проекта о нем должно сохраняться целостное представление. Поэтому и цели, и лежащие в основе проекта идеи, должны быть ясно выражены. Кроме того, необходимо строго придерживаться установленных принципов.

5) Успех проектов такого рода определяется потенциалом исследовательского коллектива. Чем оригинальнее исследование, тем больше их зависимость от личных качеств участников. Важно привлечь к разработке проекта исследователей из различных сфер общественной жизни, в том числе работников правительственных учреждений, специалистов, занятых в отраслях промышленности, представителей академической науки.

6) Наряду с контролем за соблюдением основных принципов разработки проекта будет поощряться творческая инициатива его участников; будут предприниматься усилия по включению в график проекта разработок, направленных на реализацию сформировавшихся идей; на каждом этапе выполнения проекта неременным условием будет согласованность действий участников разработки, что создаст атмосферу для развития их творческих способностей. Это — важный фактор успешного проектирования. Должна быть организована «обратная связь», создающая возможности обмена воззрениями на базе подходов «сверху вниз» и «снизу вверх». Основные принципы выполнения проекта следует согласовывать с условиями, характерными для Японии.

7) ЭВМ пятого поколения, разрабатываемые в ходе выполнения проекта, должны стать воплощением представлений о предельной форме базовых машин девяностых годов. Необходимо позаботиться о том, чтобы переход от машин предыдущих поколений к этим машинам был постепенным и естественным.

4.6.2. ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ НОРМЫ ВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

В дополнение к базовым принципам, изложенным ранее, вся деятельность по исследованиям и разработкам в рамках данного проекта должна, насколько это возможно, соответствовать следующим нормам.

(1) Основные принципы целостности

Данный проект вторгается в неизвестные области и имеет долгосрочный характер. В силу этого необходимо, чтобы он базировался на целостных идеях и имел четко очерченные цели.

Основные идеи должны быть выражены достаточно ясно, чтобы их можно было документировать; до тех пор, пока не будет выявлена очевидная ошибка, никаких изменений не должно производиться. Эффективность таких мер будет проявляться не только в случае смены руководителя проекта, но и в плане устранения возможных отклонений от первоначальных установок, которые возможны даже тогда, когда руководство осуществляется одной и той же личностью.

(2) Определение целей

Определение твердых целей долгосрочных исследований представляет собой трудную задачу. С другой стороны, после того как

конечная цель, определенная в результате процесса строгого отбора, зафиксирована, следует просмотреть сквозь ее призму весь проект. Вместе с тем необходимо установить промежуточные краткосрочные цели, учитывающие конкретность ситуации, с тем чтобы можно было соотноситься с ними как с критериями оценки проекта. Должна быть фиксирована конечная цель, предусматривающая последующие исследования в других смежных областях; необходимо также предусмотреть ее развитие в соответствии с результатами промежуточных этапов. Для этого придется прибегнуть к системному подходу, позволяющему учесть изменения среды и сведения о самых последних технических достижениях.

В принципе, исследования будут планироваться и оцениваться по трех-четырёхлетним периодам.

(3) Систематизация проекта

Данный проект покрывает широкую область, что нашло отражение в числе и разнообразии тем исследований, а также в длительности того периода, в котором исследования, по характеру близкие к базовым, сочетаются с активной деятельностью по разработке. Совершенно необходимо уяснить соотношения между конкретными исследовательскими темами и проектом в целом, что достигается декомпозицией проблемы.

На начальном этапе в плане подготовки к последующим этапам проводится параллельный анализ нескольких альтернатив; на основе строгого отбора некоторые из них будут приняты, а другие отклонены, и, наконец, предстоит определить соотношение каждой из них с проводимыми разработками.

Необходимо обеспечить возможность применения результатов, полученных на некотором этапе, при реализации последующих этапов.

(4) Людские ресурсы

В течение всего длительного периода осуществления проекта должны быть созданы благоприятные условия для эффективной работы участвующих в нем исследователей всей страны. С этой целью придется построить охватывающую страну сеть, которая свяжет высокопроизводительные индивидуальные компьютеры.

Необходимо разработать организационный механизм, обеспечивающий взаимные контакты участников. На соответствующие посты следует назначить действительно компетентных людей. Например, для назначения на должности руководителей проекта, играющих главную роль в обеспечении непрерывного прогресса и в выработке основных направлений, должны быть отобраны люди с соответствующими качествами.

(5) Роль организационного ядра

Для непрерывного управления и контроля за выполнением проекта следует создать организационное ядро из представителей правительства, отраслей промышленности и академических кругов, не отдавая привилегий ни одной из участвующих сторон. Кроме разработки планов и наблюдения за проектом это ядро будет ответ-

ственно за фундаментальные технические исследования, а также за исследования, необходимые для обеспечения процессов проектирования. Ядро будет направлять проект, оценивать и выбирать методы и средства, которые должны быть использованы, и после проведения полного анализа проблемы определять точную спецификацию программ исследований, будет поручать выполнение работ исполнителям (лабораториям, университетам и т. п.), а также осуществлять надзор и оценку хода исследований и разрабатывать соответствующие предложения.

Некоторые из видов деятельности организационного ядра будут связаны с управлением компонентами, коллективно используемыми в ходе проектирования, такими, как различные базы данных, системы автоматизированного проектирования или аппаратный и программный инструментарий, что в конечном итоге открывает пути для дальнейших достижений. Одновременно организационное ядро будет заботиться о том, чтобы предлагать услуги смежным областям, и обеспечит исследователей в различных областях возможностями для обмена мнениями.

При необходимости организационное ядро будет включать не только центр управления, но и, например, исследовательские и вспомогательные центры.

Включение в ядро наряду со специальным персоналом лиц, прикомандированных правительством, отраслями промышленности и академическими организациями, усилит связи различных кругов и гарантирует успешный ход проектирования в целом. Центральная группа может состоять из небольшого числа лиц, но ее следует сохранить неизменной на весь период выполнения проекта.

(6) Международная кооперация

Международная кооперация в основном предполагает совместные действия различных стран по обеспечению дальнейших достижений в технике сбора и обработки информации. В этой связи проект предусматривает поощрение активного участия исследователей в международных конференциях, субсидирование периодических симпозиумов, а также проведение работ по стандартизации.

Необходимо подчеркнуть важность общественной деятельности, направленной на формирование представлений о проекте и на стимуляцию энтузиазма по поводу открываемых им перспектив.

По ряду причин трудно сделать этот проект международным. Напротив, предпочтительно осуществлять его как национальный, обеспечив Японии свободу выбора своего курса. Следует, однако, заметить, что проект предусматривает исследования по машинному переводу и т. п. исследования, которые должны выполняться в тесном взаимодействии с другими странами. В таких исследовательских областях будет целесообразно установить связи с подобными зарубежными проектами или договориться о согласовании действий.

Должен быть принят курс, обеспечивающий постоянный «отток» исследователей в различные страны; с этой целью будут созданы условия для участия выдающихся исследователей других стран в

долгосрочных исследованиях по данному вопросу. Это не только послужит делу ориентации проекта на международную перспективу, но и будет содействовать установлению прогрессивной творческой атмосферы. Исследователи должны приглашаться не только из передовых стран, но и из всех стран в одинаковой мере; предпочтение отдается только талантам.

Один из путей расширения участия иностранных специалистов в данном проекте состоит в поручении поисковых работ зарубежным исследовательским институтам. Однако до того как принять такой шаг, необходимо тщательно проанализировать возможные результаты.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию	5
Предисловие	13
1. Обзор основных идей	14
1.1. Предпосылки и значимость исследования	14
1.2. Функциональные требования	18
1.3. Цели и представления	21
1.3.1. Базовая концепция	21
1.3.2. Компоненты системы программного обеспечения	22
1.3.3. Представления о конфигурации аппаратной системы	23
1.4. Тематика исследований и разработок	24
2. Предпосылки, лежащие в основе программы создания ЭВМ пятого поколения и ее значимость	25
2.1. Социальные требования, предъявляемые к ЭВМ девяностых годов	25
2.2. Проблемы современных компьютерных систем	28
2.3. Существующая техническая и теоретическая база и ожидаемые новые достижения	30
2.4. Задачи проекта создания ЭВМ пятого поколения и его значимость	36
3. Предполагаемые последствия реализации проекта	41
3.1. Возможное воздействие ЭВМ пятого поколения на общество	41
3.2. Влияние ЭВМ пятого поколения на различные прикладные области	42
4. Содержание исследований и разработок по созданию ЭВМ пятого поколения	46
4.1. Цели исследований и разработок	46
4.2. Представления о вычислительной системе пятого поколения	47
4.2.1. Концептуальное представление о вычислительной системе пятого поколения	48
4.2.2. Структура прикладной системы	50
4.2.3. Структура системы программного обеспечения	51
4.2.4. Структуры аппаратных средств будущего	54
4.3. Проблематика исследований и разработок	57

4.4. Проведение исследований и разработок	74
4.4.1. Связи тематических групп	74
4.4.2. Исследования и разработки базового программного обеспе- чения и архитектуры	76
4.4.3. Исследования и разработки по базовым прикладным систе- мам	83
4.4.4. Системотехнические проблемы и система обеспечения раз- работок	85
4.5. План исследований и разработок	87
4.5.1. План исследований и разработок	87
4.5.2. Проведение исследований и разработок	87
4.6. Организация и осуществление проекта	103
4.6.1. Базовые принципы реализации исследований и разработок	103
4.6.2. Предполагаемые нормы ведения исследований и реализации проекта	105

**ЭВМ пятого поколения:
концепции, проблемы, перспективы**

Книга одобрена на заседании секции редсовета
по электронной обработке данных в экономике 07.09.82

Зав. редакцией *А. В. Павлюков*
Редактор *Е. В. Крстьянинова*
Мл. редакторы *И. В. Щербакова, О. А. Ермилина*
Худож. редактор *О. Н. Поленова*
Техн. редактор *Г. С. Афанасьева*
Корректоры *Я. Б. Островский, Е. Д. Кузнецова*
Переплет художника *Н. С. Филиппова*
ИБ № 1367

Сдано в набор 12.03.84. Подписано в печать 21.05.84. Формат 60×90¹/₁₆.
Бум. тип. № 1 Гарнитура «Литературная». Печать высокая Усл. п. л.
7,0. Усл. кр.-отт. 7,25. Уч.-изд. л. 7,96 Тираж 30 000 экз. Заказ 133.
Цена 50 к.

Издательство «Финансы и статистика», 101000, Москва, ул. Чернышев-
ского, 7

Типография им. Котлякова Государственного комитета СССР по делам
издательств, полиграфии и книжной торговли. 191023, Ленинград, Д-23,
Садовая, 21.



ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Усилиями ведущих японских корпораций осуществляется... грандиозный проект ЭВМ пятого поколения. Она, по замыслу, будет обладать связующим звеном, переводчиком между человеком и машиной, сверхскоростными процессорами и огромными по ресурсам блоками памяти. Это значит, что человек, обладая этой машиной, сможет оперировать громадным количеством исходных данных, сравнивать и оценивать несметное количество вариантов и выбирать наилучший.

В. Афанасьев.

Правда, 6 июня 1983 года