

**АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ РАБОТ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АКАДЕМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТАХ**

Ю.В. Гуляев, Е.Е.Журавлев, А.Я.Олейников

Совет по автоматизации научных исследований при Президиуме
Российской Академии наук

Представлен обзор состояния работ по технологии создания, развитию технических и программных средств автоматизированных систем научных исследований (АСНИ), базирующихся на международных стандартах, сетях и интерфейсах. Обзор построен на основе анализа периодической печати, материалов конференций и симпозиумов, а также материалов, специально представленных в Совет по автоматизации. Предпринята попытка спрогнозировать основные тенденции.

Развитие информационных технологий и архитектуры АСНИ

В настоящее время под проблемой автоматизации научных исследований следует понимать интегрированное применение информационных технологий (методов и средств вычислительной техники и коммуникаций) для увеличения эффективности всех основных стадий научного исследования.

Как известно, обобщенную схему автоматизированного научного исследования можно представить в виде взаимодействующих компонентов (рис.1).

Конкретная реализация схемы и, соответственно, ее эффективность зависят от требований исследования и уровня используемых информационных технологий.

В развитии информационных технологий можно, в соответствии с мировым опытом, выделить несколько "эпох" [1,2] (рис.2).

В эпохе 2 можно выделить несколько стадий:

- применение мини-ЭВМ;
- применение персональных ЭВМ (ПЭВМ);
- применение локальных сетей однородных ЭВМ.

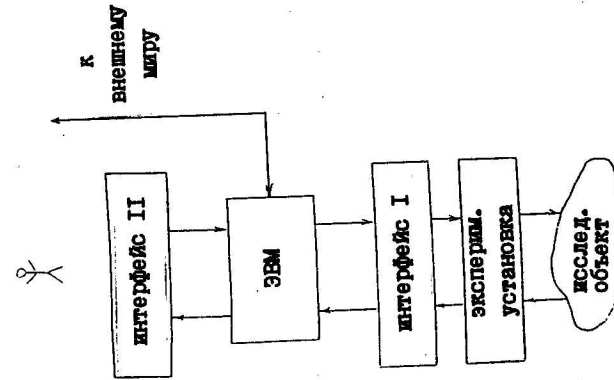


Рис. 1. Основные компоненты автоматизированного научного исследования

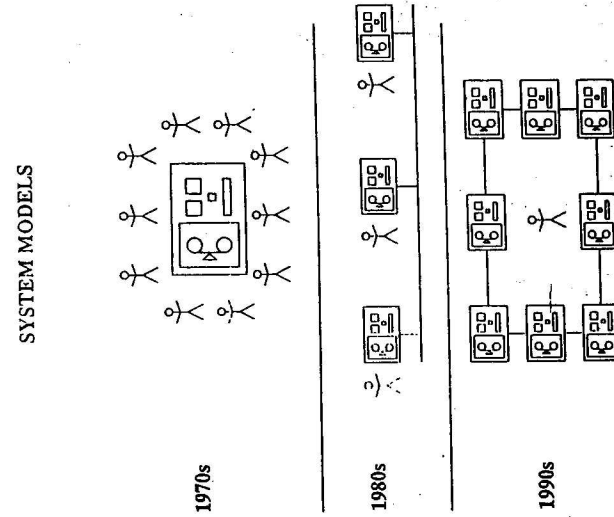


Рис. 2. Развитие технологии использования ЭВМ

Следует заметить, что смена эпох происходит постепенно, и при решении конкретных задач совмещаются признаки различных эпох. Заметим также, что если не говорить о крупных научных центрах, особенно ядерных, в большинстве научных организаций России и других республик, входивших в бывший СССР, в том числе академических, отставание от мирового уровня составляет около 10 лет.

Таким образом, в большинстве академических институтов в 80-х годах функционировали иерархические системы (рис.3), в которых на верхнем уровне использовались ЭВМ класса ЕС, установленные в вычислительных центрах (ВЦ) и работающие в режиме разделения времени, а на нижнем уровне использовались мини-ЭВМ класса СМ ЭВМ, совместимые с ЭВМ серии PDP-11, решающие задачи реального времени. На ЭВМ, входящих в ВЦ, решались задачи вторичной обработки и вычислительные задачи. На рис.4 показана реализация такой системы в Институте радиотехники и электроники РАН [3].

Массовый выпуск ЭВМ типа СМ-4 и рост их производительности привели к тому, что загрузка больших ЭВМ стала падать, большинство задач переместилось на ЭВМ нижнего уровня (рис.5). Массовое применение персональных ЭВМ типа IBM PC привело к тому, что постепенно и мини-машины класса СМ остались "полубезработными" (рис.5). Одна из причин, как известно, состоит в том, что, наряду с ростом производительности, развиваются средства диалога. Это имеет особое значение для автоматизации научных исследований, ввиду их диалогового характера.

Т.о., дальнейшее развитие привело к тому, что типовая система автоматизации академического института начала 90-х годов выглядит (или должна выглядеть) следующим образом (рис.6). Следует отметить, что далеко не во всех институтах даже сейчас используются локальные сети.

Как известно, ПЭВМ имеет совершенную архитектуру для однопроцессорных, человеко-ориентированных применений, но имеет ограничения для задач реального времени. Этим объясняется тот факт, что мини-ЭВМ по-прежнему применяются достаточно широко. На рис.7 и 8 приведены статистические данные о применении мини-ЭВМ и ПЭВМ в автоматизации научных исследований в нашей стране и за рубежом, построенные на основе литературных данных (РЖ "Физика" и "Computer abstracts" соответственно). Следует отметить различия в рисунках 7 и 8: в нашей стране мини-ЭВМ еще недавно занимали доминирующее положение, но их применение начало убывать. За рубежом ПЭВМ уже давно заняли доминирующее положение, но по-прежнему растет применение мини-ЭВМ типа VAX и PDP-11.

В нашей стране в литературе практически нет упоминаний применения VAX, что объясняется лишь недавним началом производства у нас машин такого типа.

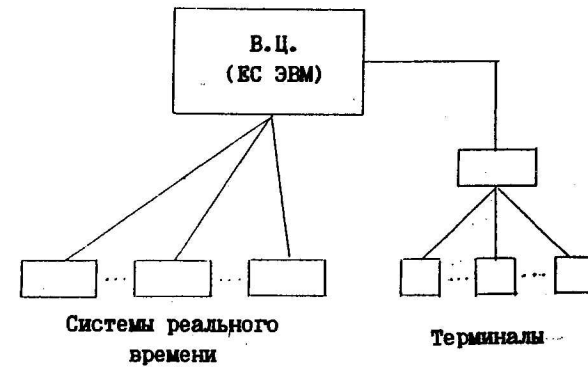


Рис.3. Обобщенная схема системы автоматизации академического института 80-х годов

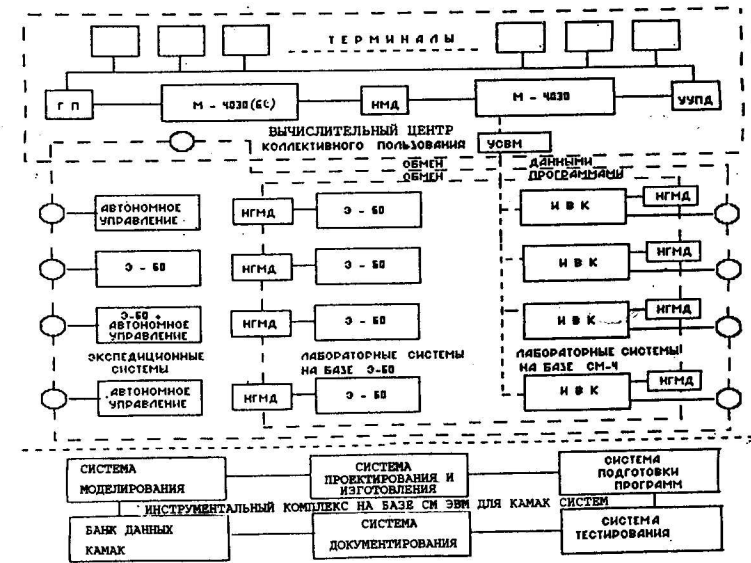


Рис.4. Реализация интегрированной системы автоматизации в ИРЭ РАН (1985 г.)

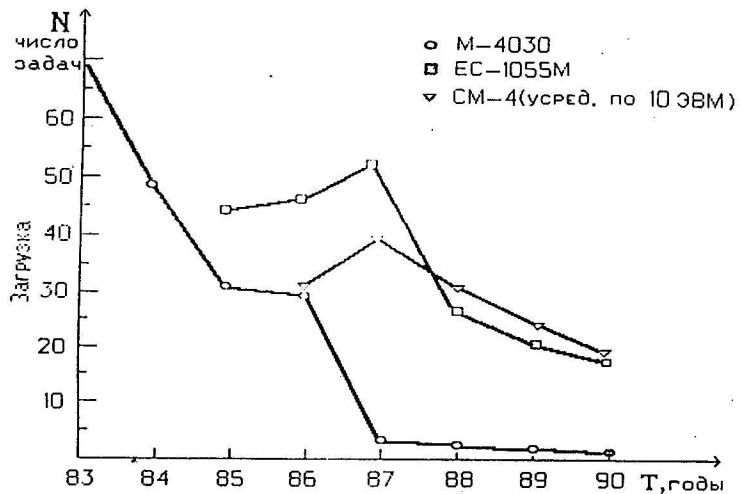


Рис. 5. Изменение загрузки ЭВМ (по данным ИРЭ РАН)

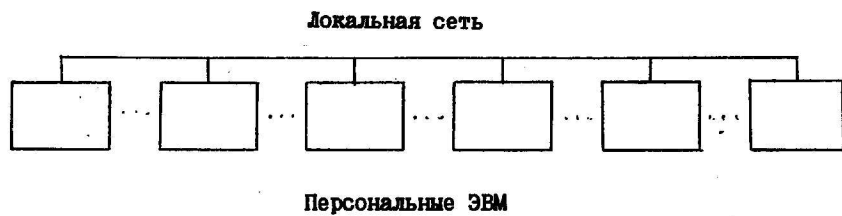


Рис. 6. Обобщенная схема системы автоматизации академического института 90-х годов

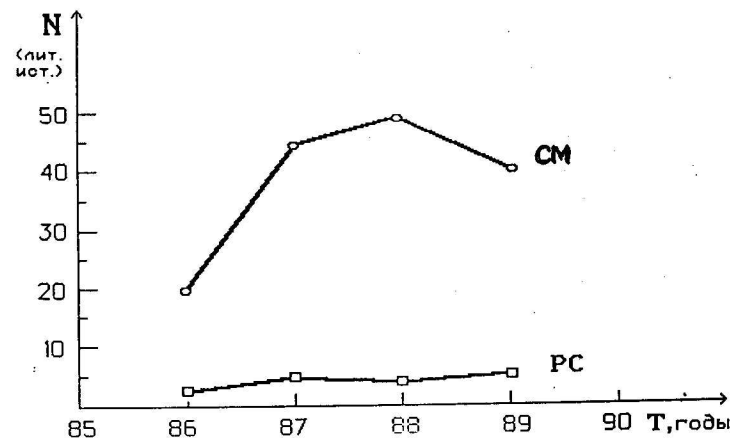


Рис. 7. Широта применения мини-ЭВМ и ПЭВМ в СНГ

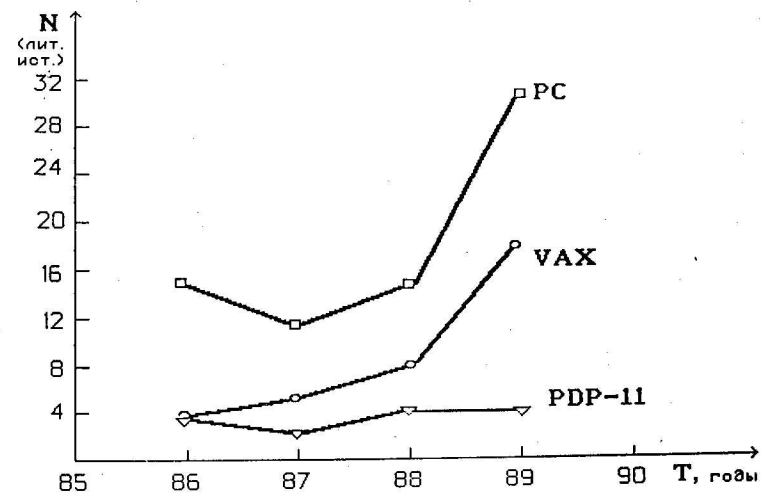


Рис. 8. Широта применения мини-ЭВМ и ПЭВМ за рубежом

Системы реального времени

Если говорить о системах реального времени, то на сегодняшний день обобщенную структуру можно представить следующим образом (рис.9).

В качестве интерфейса с экспериментальной установкой используются три вида интерфейса: КАМАК, IEEE-488.1, платы в стандарте PC-bus. О широте применения различных интерфейсов можно судить по рис.10 (данные РЖ "Физика"). Учитывая сказанное выше о неприспособленности ПЭВМ для применения в задачах реального времени, когда требуется время реакции менее 100 мкс, с технической точки зрения целесообразно применять структуру, показанную на рис.11 [4]. Здесь задачи реального времени решаются с помощью магистрально-модульной структуры (типа VME и Multibus-II), а ПЭВМ играет роль интеллектуального терминала с использованием всех ее графических возможностей. Что касается широты применения интерфейсов в различных стандартах на Западе, можно судить по количеству фирм, выпускающих эту аппаратуру (см. таблицу 1) [5]. О тенденциях на мировом рынке магистрально-модульных систем можно судить по прогнозируемому объему продаж аппаратуры в различных стандартах (рис.12) [6,7]. Как видно, VME по этим данным должна занимать лидирующее положение в 1995 году. Это подтверждается ростом объема продаж аппаратуры VME (рис.13) [6]. Отметим, что научное применение VME составляет лишь 14% (см. таблицу 2) [6], но, с другой стороны, это означает перспективность передачи этих научных разработок в промышленность. Как и в случае КАМАКА, в научных исследованиях "моду" на VME задают ядерные исследования [8], но затем это переходит и в другие области науки. Так, в подготовленной в нашей стране Государственной научно-технической программе "Научные приборы и средства автоматизации" два наиболее крупных задания по средствам автоматизации именно направлены на развитие VME и его расширения для измерительной техники - VXI-bus.

Для координации работ по развитию VME, VXI, а также Future-bus в нашей стране создана Ассоциация делового сотрудничества "VERA" (VME-bus and Extensions Russian Association). VERA объединяет более 25 различных организаций и является ассоциированным членом международной ассоциации VITA. В настоящее время освоена достаточно широкая номенклатура средств построения систем на основе VME.

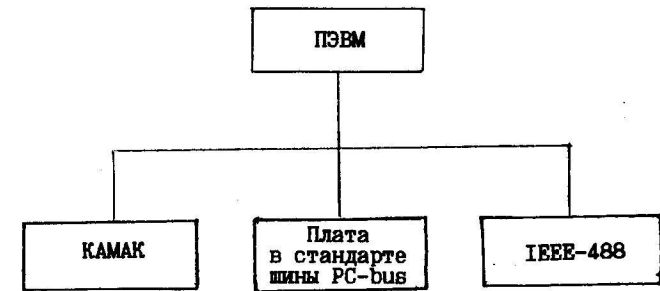


Рис.9. Обобщенная схема системы автоматизации экспериментов

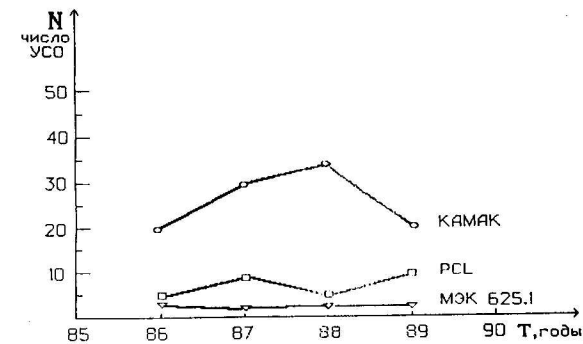


Рис.10. Широта применения различных интерфейсов

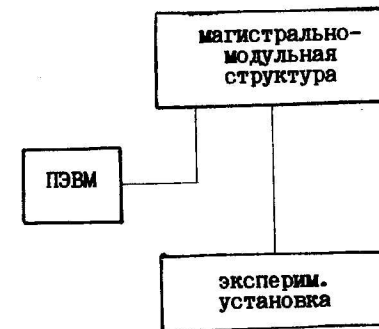


Рис.11. Схема системы автоматизации экспериментов на базе магистрально-модульных систем

Таблица 1

Фирмы, выпускающие аппаратуру для научных исследований

Стандарт	Число компаний
1 SAMAC	60
2 FASTBUS	7
3 VME	11
4 VXI	8

Таблица 2

Основные области применения VME-bus	
1 Промышленная автоматизация	46%
2 Военные/аэроприменение	25%
3 Наука/медицина	14%
4 Телекоммуникации	4%
5 Другие	11%

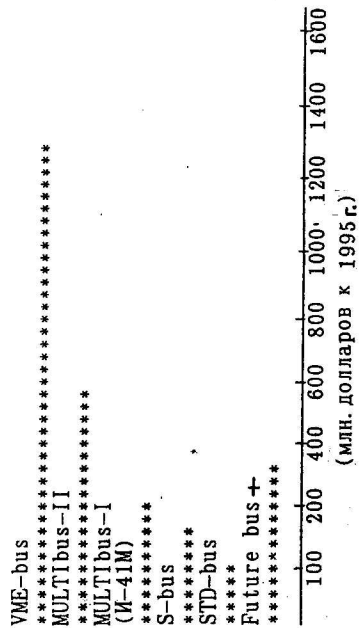


Рис.12. Прогнозируемый рост продаж магистрально-модульных систем

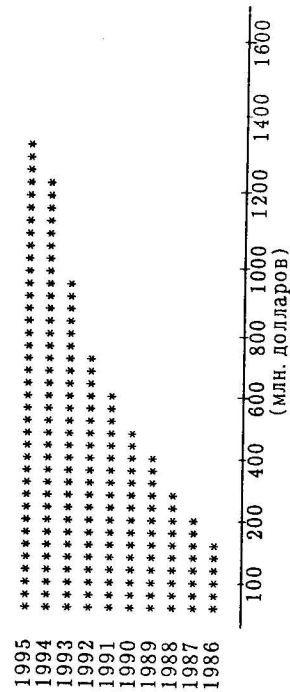


Рис.13. Рост объема продаж аппаратуры VME

АСНИ нового поколения

Усложнение решаемых задач в научных исследованиях требует применения новых информационных технологий. Это относится, в первую очередь, к применению методов искусственного интеллекта. В АСНИ все шире применяется весь арсенал методов искусственного интеллекта (рис.14) [9], связанных, главным образом, с т.н. направлением внешней интеллектуализации ЭВМ. Это приводит к развитию работ по пользовательскому интерфейсу, в первую очередь, по графическому пользовательскому интерфейсу (GUI). Интеллектуальный пользовательский интерфейс имеет каноническую структуру (рис.15) [10]. Однако "начинка" базы знаний зависит от входного языка и понятий предметной области. Встает проблема унификации пользовательского интерфейса [11], в частности - уровня интеллектуальности и степени унификации (рис.16). Активно реализуется т.н. концепция виртуальных приборов [12]. На рис.17 приведен пример виртуального осциллографа [12].

Усложнение задач, увеличение интенсивности информационных потоков, применение методов искусственного интеллекта требуют дальнейшего повышения производительности АСНИ. Поэтому все большее число исследователей сталкивается с недостатком производительности ПЭВМ. Объединение ПЭВМ в однородную сеть с обменом файлами не дает необходимого прироста в их производительности.

Еще одно требование современных научных исследований: обеспечение возможности общения сотрудничающих между собой исследователей из разных организаций и стран. Это требует обеспечения так называемых профессиональных коммуникаций [13]:

- электронной почты;
- телеконференций;
- доступа к удаленным вычислительным ресурсам;
- доступа к удаленным базам данных;
- электронных журналов;
- электронных досок объявлений и т.д.

Развитие профессиональных коммуникаций требует развития и активного использования средств телекоммуникаций - территориальных сетей [14], использующих проводную и беспроводную связь, включая спутниковую. В нашей стране начаты эксперименты по использованию сети EARN [14].

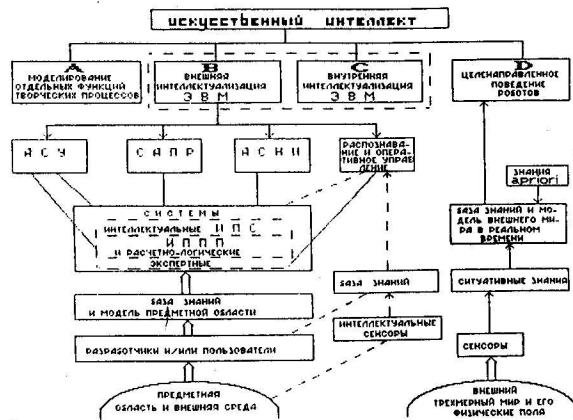


Рис.14. Основные направления искусственного интеллекта

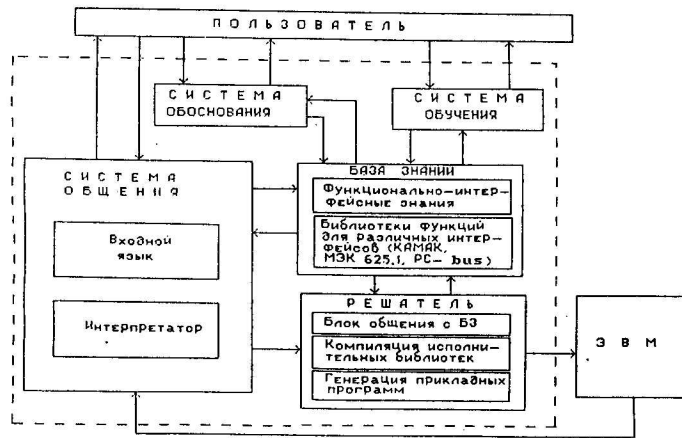


Рис.15. Структура интеллектуального пользовательского интерфейса

Уровень интел-
лектуальности

Степень унификации

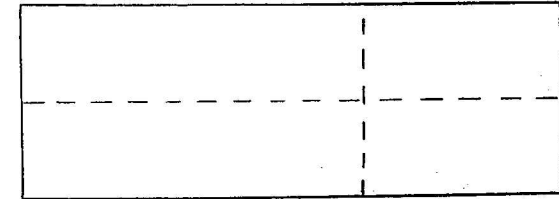


Рис.16. Вопросы унификации пользовательского интерфейса

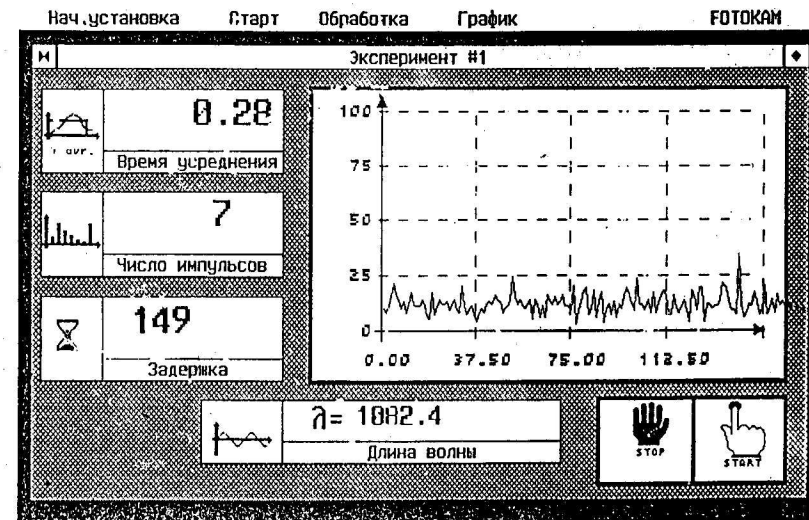


Рис.17. Виртуальный осциллограф

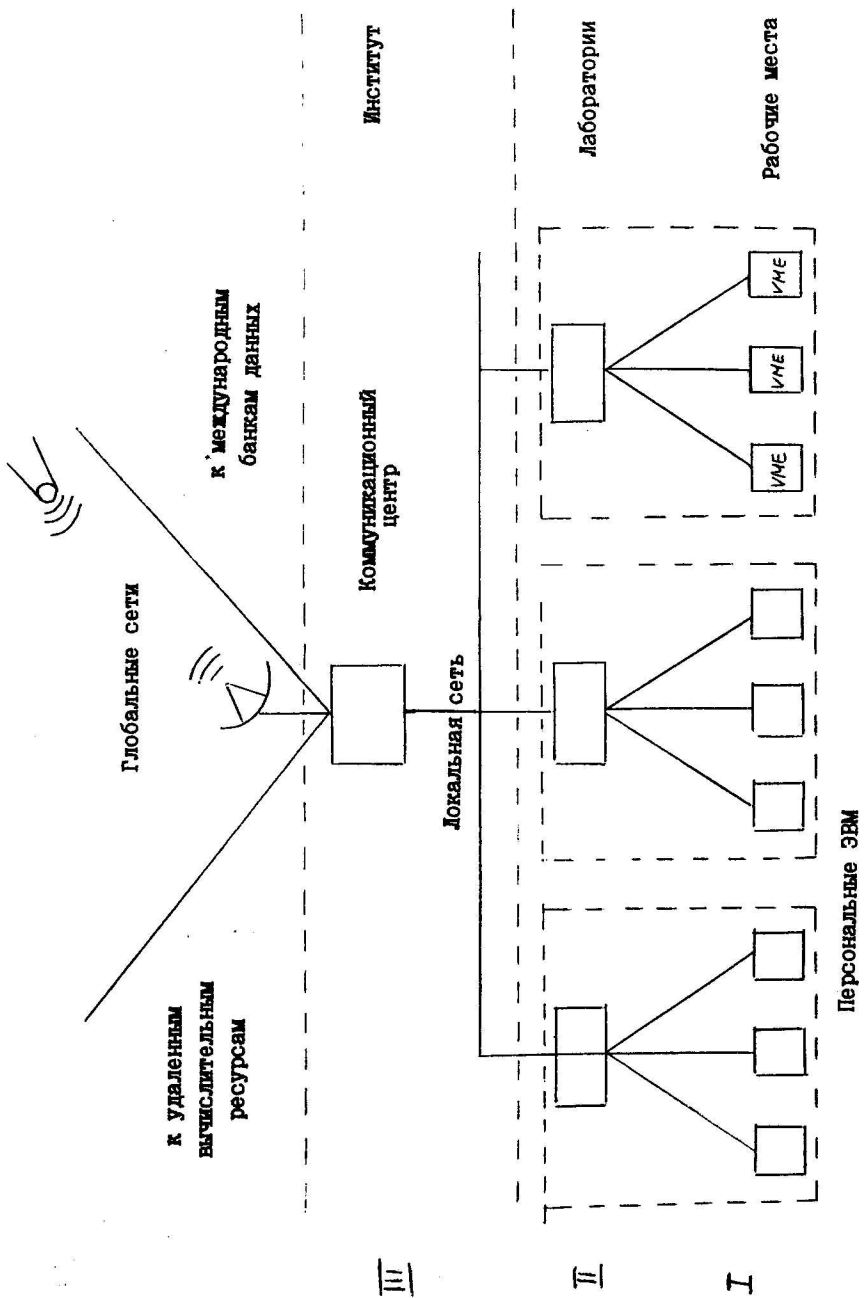


Рис.18. Обобщенная схема система автоматизации академического института конца 90-х годов

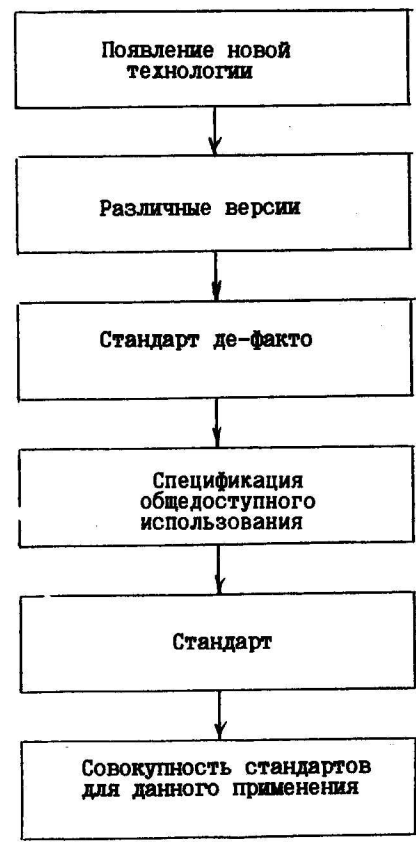


Рис.19. Технология развития открытых систем

Наконец, последнее требование. Увеличение эффективности научных исследований означает, в первую очередь, минимизацию сроков проведения исследований, и поэтому все более актуальной становится интеграция всех подсистем, обеспечивающих автоматизацию отдельных стадий научных исследований.

Следует помнить, что практически всегда остается требование увеличения пропускной способности АСНИ.

Таким образом, в масштабе исследовательского или учебного института интегрированная система автоматизации должна выглядеть следующим образом (рис.18).

Система соответствует эпохе 3 на рис.2, и ее можно представить как трехуровневую распределенную систему. Подсистемы всех трех уровней также являются распределенными:

- на нижнем уровне это система типа VME;
- на среднем - рабочие станции, объединенные локальной сетью;
- на верхнем уровне коммуникационные центры.

Использование рабочих станций означает широкое распространение операционной системы UNIX и в дальнейшем применение распределенных операционных систем типа Амеба [1].

Технология открытых систем

Создание таких распределенных систем представляет собой крайне непростую задачу. При этом весьма важно развивать методологию создания систем. В основе методологии, по-видимому, должна лежать Технология Открытых Систем [15]. По определению открытой системой называется система, которая содержит элементы, связанные между собой через стандартные интерфейсы [16].

Технология открытых систем изображена на рис.19 [16]. Освоение и применение этой технологии - весьма сложная задача. В Российской Академии наук начаты работы по формированию Программы развития открытых систем, объединяющей комплекс научных и организационных мероприятий.

Заключение

1. Проведено сопоставление тенденций развития работ по автоматизации научных исследований в академических институтах России и за рубежом.

2. Общая тенденция развития систем автоматизации, естественно, совпадает с мировой, но имеет временное запаздывание, обусловленное общим отставанием в информационных технологиях.

3. Отмечена актуальность скорейшего перехода к новым информационным технологиям, в том числе методам искусственного интеллекта, распределенным системам, технологии открытых систем всех уровней при сборе данных, вычислениях и телекоммуникациях.

Литература

1. The Amoeba Distributed Operating System, A. S.Tanenbaum, P. Kenning, 1990 г.
2. I.Oak. Sun Microsystems Inc., Priv. Comm.
3. А. Я. Олейников, Докторская диссертация, Москва, 1985.
4. Intel "Multibus II. When a PC is not enough". Prospect.
5. Physics Today, Byuers Guide, 1991, N 8, part 2.
6. А.Н.Рыбаков, О.В.Синенко, В.Ю.Рыжов "Применение современных международных стандартов для построения интегрированных измерительных и управляющих систем реального времени". Краткий информационно-аналитический обзор. Москва, 1992.
7. Taking the Measure of the Board Market. Computer Design. August, 1991.
8. IEEE Seventh Conference 'Real Time'91 June 24-28, 1991, Julich, Fed. Rep. of Germany.
9. Г. С. Поспелов. Искусственный интеллект - основа новой информационной технологии. Москва: Наука, 1988
10. Д. А. Поспелов. Интеллектуальные интерфейсы для ЭВМ новых поколений. В кн.: Электронная вычислительная техника. М.: Наука, 1989, №3, 4—20.
11. А. Я. Олейников, Н. А. Куцевич, М.И. Перцовский. Вопросы унификации пользовательского интерфейса экспериментатора.—Тезисы докладов 8 Международного симпозиума по проблемам модульных информационно-вычислительных систем и сетей, Дубна, 1991.
12. Ю. В. Обухов. Докторская диссертация, Москва, 1992
13. Международный коллоквиум "Новые информационные технологии". Доклады. Москва, 8—10 октября 1991 г.
14. 2-й Российский форум "Технологии электронных коммуникаций 90-х годов". Доклады. 21—26 июня, Москва, 1992.
15. ESPRIT - European Strategic Programme for Research and Development Information Technology. Project N33 Research Open System for Europe (ROSE).
16. Guide of Open Systems Actors, Printed by Aubin Imprimeur, Poitiers, France, March 1992.