

**РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ НАУК**

**НИИ
СИСТЕМНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

НАУКА • ТЕХНОЛОГИЯ • ПРОИЗВОДСТВО

rb-design.ru



Здание на Нахимовском проспекте, в котором размещен институт

НИИСИ РАН: наука, технология, производство

НИИСИ выполняет все этапы полного цикла создания ЭВМ:

- разработка архитектуры;
- проектирование и производство микропроцессоров и СБИС окружения;
- разработка и производство электронных модулей и ЭВМ;
- разработка базового и специализированного программного обеспечения.

Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук (НИИСИ РАН) создан в октябре 1986 года.

Одно из главных тематических направлений института — проектирование и производство электронных вычислительных машин.

Деятельность НИИСИ РАН начиналась с разработки систем автоматизированного проектирования для завода ЗИЛ и ЭВМ для САПР и АСУ.

Первым достижением института в области проектирования ЭВМ, принесшим ему широкую известность, стало создание и организация в 1986–89 годах серийного производства первой отечественной рабочей станции с ОС Unix, не уступавшей по характеристикам и надежности аналогичным зарубежным ЭВМ этого класса.

С ростом функциональной сложности новых ЭВМ и ускорением смены поколений комплектующих потребовалось использование заказной элементной базы высокой степени интеграции. В НИИСИ было организовано новое направление работ — проектирование сложных СБИС —

микропроцессоров и микроконтроллеров.

НИИСИ постоянно разрабатывает и осваивает новые технологии, развивает интеллектуальную и производственную базу для создания средств вычислительной техники, не уступающих мировому уровню. Институтом с привлечением предприятий кооперации создана и развивается инфраструктура, обеспечивающая полный цикл проектирования, изготовления, испытаний и производства вычислительной техники и разработки базового программного обеспечения. В НИИСИ работают высококвалифицированные специалисты — математики, программисты, разработчики и конструкторы, обеспеченные необходимыми инструментальными средствами, системами автоматизированного проектирования (САПР), поддерживающими моделирование архитектуры ЭВМ, проектирование микропроцессоров и электронных модулей. НИИСИ располагает современной производственной базой, позволяющей обрабатывать конструкции проектируемых модулей и ЭВМ, а также вести малосерийный выпуск вычислительной техники.

Создается компактное производство СБИС с технологическим циклом 3–5 дней для ускорения отработки проектов высокосложных СБИС и выпуска в год до 100 тыс. микропроцессоров с проектными нормами 0,5–0,35 мкм.

В настоящий момент в институте работает 180 человек, из них научно-исследовательский персонал составляет 123 человека, в числе которых один академик и один член-корреспондент РАН, 4 доктора и 36 кандидатов наук. Имеется аспирантура.



Известность институту принесло создание в 1986–89 годах первой отечественной многопользовательской ЭВМ «БЕСТА» класса «рабочая станция» с процессором MC68020, шиной VME и ОС Unix. Некоторые из этих станций успешно эксплуатируются до сих пор

1986-1989

Разработка и серийный выпуск первой отечественной рабочей станции «БЕСТА» для САПР и АСУ.

Разработка и эксплуатация машиностроительных САПР на заводе ЗИЛ.

Разработка и производство унифицированного ряда ЭВМ и вычислительных модулей для применения в жестких условиях эксплуатации.

Разработка ряда интегральных микросхем для ЭВМ и электронных модулей, включая:

- RISC-микропроцессор,
- микропроцессор цифровой обработки сигналов,
- графический контроллер и др.

1990-2001...

Разработка операционной системы реального времени ос2000.

1996-2001...

1998-2000...

1998-1999

Освоение производства микропроцессоров R3000 на основе лицензии MIPS совместно с ОАО «Ангстрем».

Создание малогабаритной одноплатной ЭВМ на базе микропроцессора-аналога R3081.

1999-2001...

Реализация первой очереди проекта по созданию мелкосерийного производства КМОП СБИС



НИИСИ РАН проектирует высокосложные СБИС

- До 5 – 7 млн. транзисторов на кристалле.
- Проектные нормы 0.5 – 0.35 мкм.
- Средние сроки проектирования от 6 до 18 месяцев.
- САПР Cadence и Synopsys.
- Реализованы 6 проектов высокосложных СБИС.

Разработка микропроцессоров и СБИС



Проектирование СБИС ведётся с использованием мощных рабочих станций с современными САПР Cadence и Synopsys, обеспечивающими моделирование СБИС и подготовку технологической информации для их изготовления и тестирования

С 1994 года НИИСИ РАН ведёт работы в области проектирования сложных СБИС (микропроцессоров, микросхем окружения, микроконтроллеров).

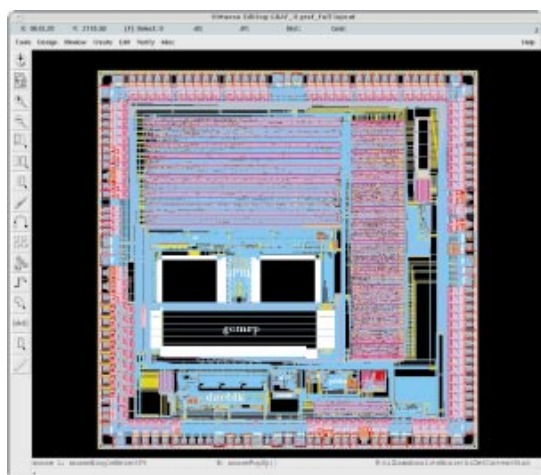
В НИИСИ сформировался один из немногих в стране коллективов разработчиков, создающих современные СБИС высокого уровня сложности.

Подразделения по проектированию СБИС оснащены всеми необходимыми техническими и программными средствами — мощными рабочими станциями с современными САПР и библиотеками стандартных элементов, оборудованием для анализа функционирования СБИС.

На основе лицензии фирмы MIPS был спроектирован микропроцессорный комплект с архитектурой R3000. Комплект отработан и изготовлен малой партией, ведётся его усовершенствование. Параллельно разработаны

собственные СБИС графического контроллера и сигнального процессора, контроллера МКИО («Манчестер-2»).

Ввод в действие микроэлектронного производства НИИСИ позволит значительно ускорить отработку и выпуск малых партий СБИС.

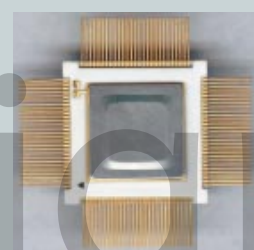


Проверка и отработка опытных СБИС ведётся с применением комплекса на базе тестера HP 82000 и полуавтоматического зонда Ultrasonic E880. Комплекс обеспечивает измерение электрических параметров и проведение функционального контроля СБИС (до 1 млн. тестовых векторов, подаваемых с частотой до 100 МГц, 200 каналов, частота выборки 100 МГц)



Микросхемы текущих разработок НИИСИ

32-разрядный микропроцессор–функциональный аналог R3081

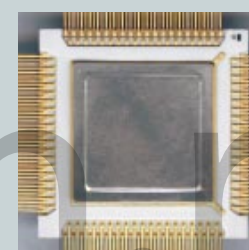


32-разрядный микропроцессор–функциональный аналог R3081 является микропроцессором с RISC-архитектурой и конвейерной обработкой команд. СБИС микропроцессора включает в свой состав ядро процессора R3000, процессор для обработки чисел с плавающей запятой, кэш-память данных 8 Кбайт, кэш-память программ 8 Кбайт, контроллер системной шины. Микросхема изготавливается в 108-выводном корпусе.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОПРОЦЕССОРА

- тактовая частота 33 МГц, производительность 24,5 VAX MIPS (Dhrystone 2.1), 8,7 MFlops;
- общий размер кэш-памяти 16 Кбайт;
- напряжение питания +3,3 В;
- потребляемая мощность не более 1 Вт;
- 1,5 млн. транзисторов;
- проектные нормы 0,5 мкм;
- 3 слоя металлизации.

СБИС системного контроллера



Системный контроллер поддерживает интерфейс микропроцессора–аналога R3081 и обеспечивает связь между микропроцессором, памятью и периферийными устройствами. В состав системного контроллера входят:

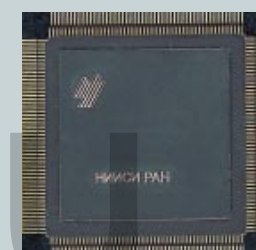
- контроллер динамической памяти;
- контроллер статической памяти;
- контроллер микросхем ПЗУ, позволяющий работать с микросхемами 8/32 бита;
- три 32-разрядных таймера;
- программируемые входы/выводы;
- контроллеры Master и Slave шины PCI;
- два порта RS-232;
- векторный контроллер прерываний.

Микросхема изготавливается в 240-выводном корпусе.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СБИС КОНТРОЛЛЕРА

- тактовая частота 33 МГц;
- напряжение питания +5 В;
- потребляемая мощность не более 1 Вт;
- 200 тыс. транзисторов
- проектные нормы 0,6 мкм;
- 3 слоя металлизации.

СБИС сигнального микропроцессора

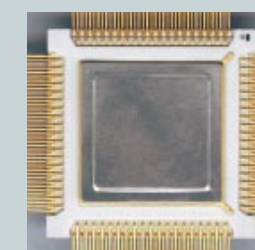


32-разрядный микропроцессор обработки сигналов является специализированным микропроцессором с RISC-подобной архитектурой и конвейерной обработкой команд. СБИС микропроцессора включает в свой состав вычислительные устройства с фиксированной и плавающей точкой, регистровый файл, внутреннюю память команд и данных объемом по 4 Кбайт каждая, контроллер прямого доступа к памяти, а также два симметричных 32-разрядных внешних порта. Микросхема изготавливается в 240-выводном корпусе.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОПРОЦЕССОРА

- тактовая частота 50 МГц;
- пиковая производительность 75 MFLOPS;
- общий размер внутренней памяти 8 Кбайт;
- напряжение питания +5 В;
- потребляемая мощность не более 2,5 Вт;
- 1 млн. транзисторов;
- проектные нормы 0,6 мкм;
- 2 слоя металлизации.

СБИС графического контроллера



Графический контроллер имеет следующие возможности:

- тактовая частота ЦАП 170 МГц.
- память палитры цветов с организацией 256x24.
- память палитры оверлеев с организацией 12x24.
- память курсора 2x64x64.
- мультиплексирование входных данных 1:1 и 4:1.
- цифровой зумминг 1–16.
- функции X–Window для оверлеев и курсора.
- текстовые режимы VGA: 4, 5, 6, D, E, F, 10, 11, 12, 13.
- регистр FIFO для входных данных глубиной 4 или 8.
- возможность работы с шиной видеопамати разрядностью 64, 32, 8.
- режимы 15, 16, 24 и 32 бита на пиксель.
- 2 программируемых синтезатора частот.
- встроенный источник опорного напряжения для ЦАП.

Микросхема изготавливается в 240-выводном корпусе.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СБИС КОНТРОЛЛЕРА

- 300 тыс. транзисторов;
- проектные нормы 1 мкм;
- 2 слоя металлизации.

СБИС системного контроллера МП SPARC



СБИС «Мост MBus–PCI» выполняет функции системного контроллера и моста между системной шиной МП Багет–Супер и шиной PCI, и обеспечивает построение высокопроизводительной подсистемы ввода/вывода на основе шины PCI. СБИС содержит:

- контроллер 64-разрядной шины MBus с тактовой частотой 50 или 60 МГц, с арбитром на MBus с поддержкой до пяти ведущих, функций таймаута, пакетных передач длиной до 32 байт.
- контроллер 32-разрядной шины PCI с тактовой частотой до 66 МГц, с арбитром на PCI, с поддержкой пакетных передач длиной до 32 байт, закрытых циклов, отображения адресов памяти и ввода/вывода PCI на MBus и наоборот, доступ к MBus со стороны PCI.
- пять 64-разрядных таймеров.
- контроллер прерываний.
- два последовательных порта, совместимых с портом 16450.
- контроллер клавиатуры.

Микросхема изготавливается в 480-выводном корпусе BGA.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СБИС

- напряжение питания +5 В;
- потребляемая мощность не более 5 Вт;
- 900 тыс. транзисторов;
- проектные нормы 0,6 мкм;
- 3 слоя металлизации.



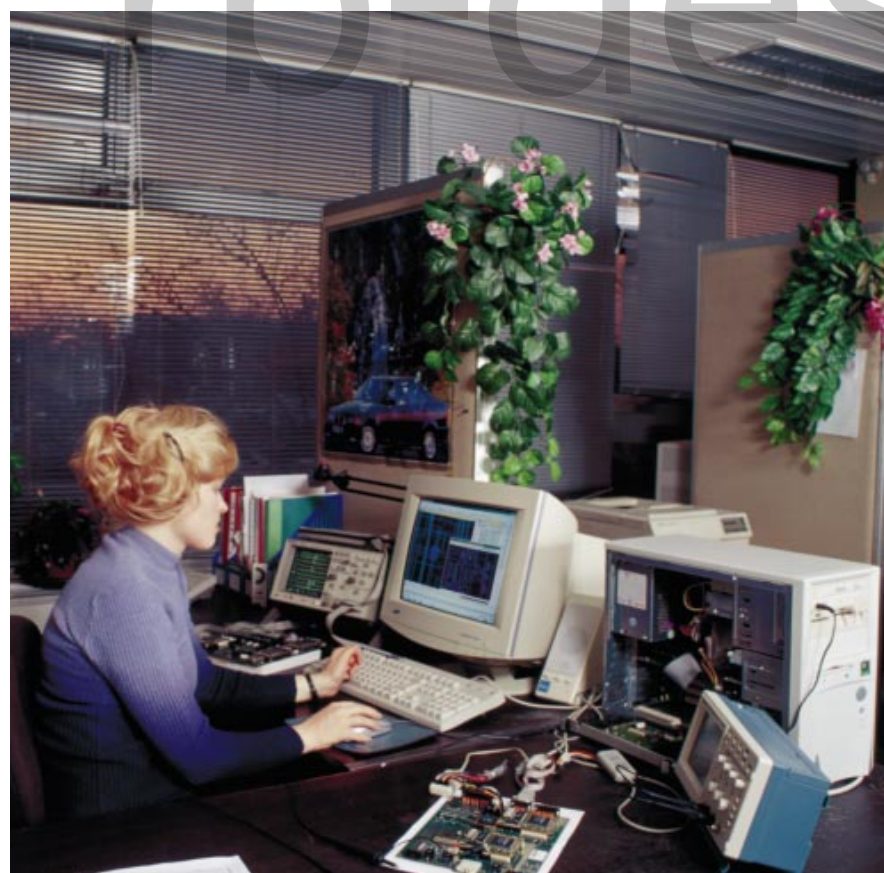
- НИИСИ РАН располагает производством мощностью до 10 тыс. модулей в год
- В 2001 году в производстве 11 моделей ЭВМ и около 50 типов модулей для шин VME, ISA, PCI.
- Применяются общепризнанные стандарты — системы конструктивов «Евромеханика» и PC/104-Plus PCI-Only, операционные системы Linux/POSIX.

Разработка и производство ЭВМ

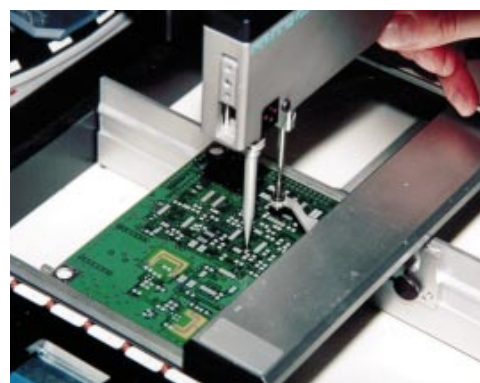
Первая модель ЭВМ, разработанная в НИИСИ — многопользовательская рабочая станция «Беста» на базе шины VME, с ОС UNIX. При её разработке особое внимание уделялось достижению высокой надёжности работы. Эту задачу удалось решить — ЭВМ «Беста» во многих организациях годами работали практически без обслуживания. Полученный опыт использован при разработке современных ЭВМ для жёстких условий эксплуатации. В настоящее время НИИСИ проектирует управляющие ЭВМ, ЭВМ для работы в режиме реального времени, серверы для АСУ, системы цифровой обработки сигналов. ЭВМ строятся по магистрально-модульному принципу с использованием унифицированных магистралей межмодульного обмена и стандартизированных конструктивов электронных модулей.

Модули, как правило, реализуются с применением интегральных схем с программируемой логикой (ПЛИС). Это обеспечивает быстроту разработки и упрощение модификации модуля, уменьшение числа дискретных компонентов в нём. При больших тиражах модуля сравнительно дорогостоящие ПЛИС заменяются заказными СБИС с теми же функциями.

Высокая квалификация разработчиков и наличие мощных САПР позволяют проектировать модули с учётом разнообразных требований заказчика. Среди заказчиков НИИСИ РАН — предприятия и организации Академии наук, топливно-энергетического комплекса, министерства путей сообщения и т.д.



Подразделения, проектирующие ЭВМ, оснащены современными САПР, обеспечивающими сквозной цикл проектирования и моделирования электронных устройств от ввода описаний логики их работы на языках высокого уровня VHDL или Verilog до внутрисистемного программирования ПЛИС или генерации фотомасок заказных СБИС



Полуавтоматическая установка планарных компонентов на плату



Автомат для установки планарных (SMD) компонентов на платы



Инфракрасная печь для пайки планарных компонентов

Производство ЭВМ оснащено современным роботизированным технологическим оборудованием, обеспечивающим высокое качество сборки изделий. Имеются полуавтоматы и автоматы для установки на платы штыревых и планарных (SMD) компонентов, оборудование для автоматической и ручной пайки и другое.

Для обеспечения высокой надёжности выпускаемой электронной техники по этапам производственного цикла предусмотрено большое число контрольных операций и тех-

нологических испытаний компонентов и изделий на соответствующем оборудовании (в том числе достаточно жестких — испытания термударом, прогоны в термо- и климатических камерах и др.). В результате достигнуты высокие значения времени наработки на отказ (например, для процессорных модулей — от 10 до 35 тыс. часов), а также установлены длительные гарантийные сроки — от 2 до 11 лет по разным типам изделий.



Участок сборки и визуального контроля печатных плат



Климатические камеры для испытаний ЭВМ и модулей



Модули и ЭВМ на базе первых отечественных субмикронных микропроцессоров

Одноплатная малогабаритная ЭВМ

Функционально законченная ЭВМ представляет собой модуль в стандарте PC/104-Plus PCI-Only на основе 32-разрядного микропроцессора-аналога R3081 с архитектурой MIPS.

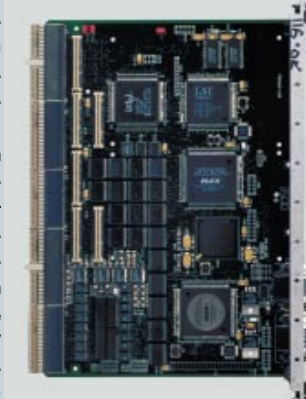


Модуль имеет микропроцессор с частотой 40 МГц (30 VAX MIPS для целочисленных и 10,56 MFlops для операций с плавающей точкой), ОЗУ 4 Мбайта, РПЗУ (flash) 2 Мбайта, 3 таймера, два порта RS232, интерфейс дискретных сигналов.

ЭВМ имеет пультажный монитор в ПЗУ и работает под управлением ОС реального времени os2000. Предназначена для встроенных применений, требующих высокого быстродействия, низкого энергопотребления, малых габаритов и массы (масса 130 г, габариты 96 мм×90 мм, потребляемая мощность не более 5 Вт).

Процессор для серверных применений на базе 4 микропроцессоров SPARC

Двухплатный модуль центрального процессора (ЦП) состоит из платы собственно ЦП и платы дополнительных контроллеров.



ЦП с симметричной мультипроцессорной архитектурой (SMP) может иметь 1, 2 или 4 микропроцессора (МП) с архитектурой SPARC V8, с тактовой частотой 150 МГц. На плате установлены также ОЗУ ёмкостью до 1 Гбайт, контроллер двух независимых шин PCI, периферийные контроллеры SCSI, Ethernet и графический контроллер. Все основные микросхемы (в том числе микропроцессоры) — отечественной разработки. Плата ЦП выполнена в стандарте Compact PCI и представляет собой функционально законченный одноплатный компьютер.

Плата дополнительных контроллеров обеспечивает работу ЦП с шиной VME (имеется мост PCI-VME) и дублирует весь набор периферийных контроллеров (SCSI, Ethernet, графический контроллер, мультиконтроллер RS232C/CENTRONICS). Имеется возможность установить два дополнительных контроллера-мезонина.

Производительность с одним микропроцессором 160 VAX MIPS, 56 MFlops, потребляемая мощность не более 50 Вт.

На модуль портированы:

- операционная система Linux, поддерживающая ЦП с SMP;
- пакеты прикладных программ, обеспечивающие поддержку стандарта MPI;
- реляционная СУБД.



НИИСИ РАН разрабатывает операционные системы и другое базовое ПО:

- **мобильное;**
- **масштабируемое;**
- **лицензионно чистое;**
- **на основе общепризнанных стандартов Linux/Posix, X-Window.**

Разработка программного обеспечения

Деятельность НИИСИ РАН в области программного обеспечения (ПО) начиналась с разработки систем автоматизированного проектирования для завода ЗИЛ. Для первой отечественной рабочей станции «Беста», работающей под управлением ОС Unix, были разработаны и применялись при проектировании автомобилей семейства ЗИЛ-4331 система 3-мерного геометрического моделирования «Ракурс», система генерации сеток и расчётов прочности и колебаний конструкций методом конечных элементов «Гном», реляционная СУБД

«Сфера». Разработка этих САПР весьма большого объёма исходного текста на языках высокого уровня) потребовала создания специальной системы поддержки разработок ПК. Система поддержки разработок ПК показала высокую эффективность и применяется и в настоящее время.

В последние годы НИИСИ разрабатывает базовое программное обеспечение для выпускаемых ЭВМ, ПО для АСУ режима реального времени. В числе достижений института в этой области — разработка операционной системы реального времени

ос2000 с характеристиками на уровне лучших мировых аналогов, портирование ОС Linux на архитектуры MIPS и SPARC с внесением в ядро ОС изменений, повышающих её надёжность, создание кросс-систем разработки и отладки ПО.

Разработка АСУ, управляющих сложными и потенциально опасными объектами (на транспорте, в электрооборудовании и т.п.), стимулировала проведение работ по повышению надёжности ПО и защите его от несанкционированного доступа.



В рамках планов и программ Российской академии наук ведутся работы в области методов и алгоритмов создания компьютерных моделей объектов сложной геометрии и топологии для открытых масштабируемых систем параллельной обработки видеорафической информации, а также исследования в области прикладной информатики для применения в медицине, образовании и других областях



За последние годы сотрудниками НИИСИ РАН опубликовано большое количество научных статей в таких изданиях, как «Успехи математических наук», «Journal of Math Physics», «Доклады Академии Наук», и других. Издан ряд книг и монографий по теоретическому и прикладному программированию, компьютерному моделированию, информационной безопасности. Подготовлены и изданы несколько учебников по школьной информатике.

В 1999 году организовано специализированное издательство института. Среди уже выпущенных изданий: перевод международных стандартов, осуществлённый сотрудниками института, — «Интерфейс мобильной операционной системы (POSIX)» и «Графический стандарт X-Window», книга «Базы данных: коротко о главном» и другие издания.

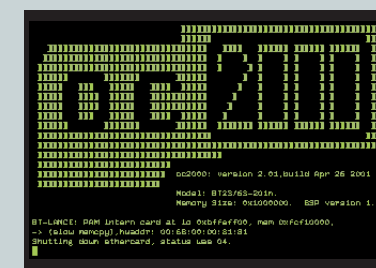
Операционная система ос2000

Операционная система реального времени ос2000 разрабатывается с 1998 года и предназначена для управления быстротекущими процессами на транспорте, в промышленности, в энергетических установках, средствах связи и т.п. Применяется во встроенных системах управления, работающих в режиме жёсткого реального времени (типичное время реакции — единицы-десятки микросекунд).

По своим характеристикам ос2000 сопоставима с одним из лучших зарубежных аналогов — операционной системой VxWorks.

Имеются версии ос2000 для целевых ЭВМ с архитектурой Intel x86 и MIPS R3000.

Средства разработки и отладки ос2000 включают компилятор с языка Си, загрузчик, удалённый отладчик программ, текстовый редактор.



Для разработки прикладного ПО используется комплекс кросс-разработки программ, состоящий из двух ЭВМ: инструментальной IBM PC-совместимой ЭВМ с ОС Linux, и целевой ЭВМ на базе процессора MIPS или Intel. Разработка пользовательских программ для целевой ЭВМ ведётся на инструментальной ЭВМ.

В ос2000 портированы графический пакет X Window и реляционная СУБД.

В НИИСИ организованы курсы обучения и постоянные консультации пользователей ос2000.

Ос2000 и VxWorks:

Сравнительные временные характеристики

Базовые функции	Время выполнения	Доля от аналогичного параметра в VxWorks
Переключение контекста	5,5 мкс	96,5%
Задержка прерывания	9,0 мкс	100%
Ответ потока управления	53 мкс	129%
Некоторые другие функции		
Запрещение/разрешение планирования	1 мкс	35,7%
Захват семафора без переключения контекста	2,4 мкс	104,3%
блокирование и освобождение потока у семафора	35,5 мкс	131,5%

Испытания проводились на ЭВМ на базе процессора MIPS R3000/25МГц.

Поддержка и развитие ОС Linux

Выпускаемые ЭВМ общего назначения поставляются с операционной системой типа Unix, доказавшая свою надёжность десятилетиями успешного применения во всем мире, на ЭВМ от рабочих станций до суперкомпьютеров.

НИИСИ РАН проводит работы по расширению функциональных возможностей ОС Linux, включая дополнительные средства разработки ПО: кросс-компиляторы SPARC-MIPS и Intel-MIPS для языков C/C++, библиотеки общего назначения, системы разработки класса Borland C/C++ и Microsoft Visual Studio.

Работы ведутся в рамках международного проекта Linux в составе рабочих групп по развитию ОС Linux для процессоров с архитектурой MIPS R3000 и SPARC V8, а также в составе групп по проблемам надёжности ОС Linux.

Осуществлена адаптация ядра ОС Linux для 32-разрядного микропроцессора-аналога MIPS R3000 и для сервера с симметричной многопроцессорной архитектурой на базе микропроцессоров SPARC V8.

Для повышения мобильности разрабатываемого системного ПО проведены работы по адаптации ОС Linux к стандарту POSIX.

Результаты этих работ, в том числе более 50 изменений, повышающих надёжность системы, включены в версии ядра ОС Linux, поставляемые НИИСИ РАН.



- НИИСИ РАН налаживает производство высокосложных заказных СБИС**
- **Объём выпуска до 10 тыс. пластин в год.**
 - **Проектные нормы 0,5 – 0,35 мкм.**
 - **Короткий технологический цикл (3 – 5 дней).**
 - **Кластерное оборудование.**
 - **Компьютерно-интегрированная система управления.**
 - **Производственная площадь 600 кв.м.**

Микроэлектронное производство

НИИСИ РАН ведёт проект создания мелкосерийного производства по выпуску заказных КМОП СБИС для обеспечения поддержки исследований и разработок Академии Наук РФ в области современных логических интегральных схем для компьютеров.

Для реализации проекта была выбрана концепция модульного мини завода с кластерным оборудованием («минифаб»).

Первый этап — освоение проектных норм 0,6 мкм (несколько млн. транзисторов на кристалле). Дальнейшее развитие технологии предполагает достижение проектных норм 0,5–0,35 мкм.

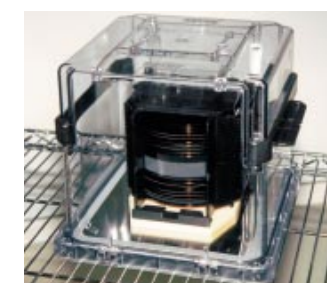


Технологическое оборудование установлено в модулях-контейнерах, внутри которых создаются локальные сверхчистые условия. При этом сами модули размещены в некатегорированном по чистоте помещении. Такое решение обеспечивает минимизацию площади чистых производственных зон и существенное снижение эксплуатационных затрат.



Внутри одного из модулей. Кластерная установка Endura PVD фирмы Applied Materials для формирования слоя металла. Группировка (кластеризация) родственных технологических процессов в одной технологической установке на базе единого транспортного робота, выполняющего перемещение пластин между процессными камерами в контролируемой сверхчистой среде, радикально сокращает время межоперационных транспортировок и уменьшает вероятность загрязнения пластин. Кластерное оборудование с поштучной обработкой пластин позволяет изготавливать партии минимального объёма, повышая экономичность мелкосерийного производства.

Процесс производства СБИС сводится к формированию на пластине из монокристаллического кремния (подложке) нескольких десятков сложной формы слоёв полупроводников, диэлектриков и металла. Топология слоёв определяется в результате проектирования СБИС. Изготовление СБИС ведётся с применением оборудования двух видов — фотолитографического, обеспечивающего форму и взаимное расположение элементов (путём переноса микроизображений элементов слоя с шаблона на поверхность пластины по принципу печати фотоизображений), и технологическим, выполняющим формирование слоёв (методами ионной имплантации, диффузии из газов и др.) и вспомогательные операции (промывку, травление и т. д.). На пластине формируются структуры сразу десятков–сотен будущих СБИС. На готовой пластине СБИС тестируются, затем пластина разрезается на отдельные микросхемы, которые монтируются в корпус с припайкой или приклеиванием к его выводам и герметизацией.



Перемещение пластин между технологическими установками осуществляется в герметичных транспортных контейнерах, обеспечивающих сохранение пластин в сверхчистых условиях



Модули с оборудованием размещены в два ряда, образуя «чистый коридор», предназначенный для операторов, обслуживающих технологический процесс. Операторы переносят контейнеры с пластинами по командам диспетчера-ЭВМ в соответствии с технологическим маршрутом. Подана пластина к оборудованию производится через шлюзовозагрузочное устройство, а перемещение их между рабочими камерами — транспортным роботом технологического кластера



Впервые в России в технологический процесс включена операция химико-механической планаризации слоёв, являющейся новейшей базовой операцией в технологии ИС. Операция, проводимая на установку фирмы SpeedFam-IPEC, позволяет существенно увеличить выход годных микросхем



rb-design.ru

Российская Академия наук

Научно-исследовательский
институт системных исследований

117218 Москва,
Нахимовский проспект 36-1

тел.: 719-76-51, факс: 719-76-81