

Оператор

Инструментальная система для управления и диагностики технологических процессов

Применения

системы диагностики
технологических процессов
для электростанций(АЭС, ТЭС
...) химических и др. производств

верхний уровень АСУ ТП

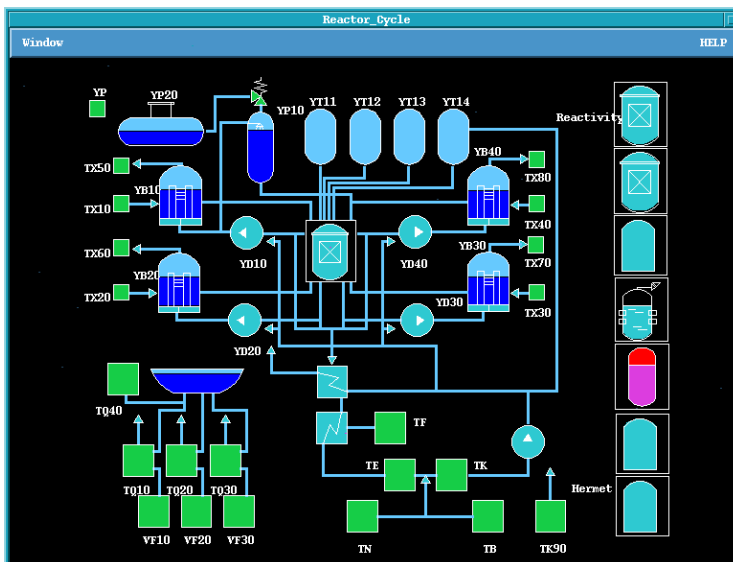
системы мониторинга и
управления процессами

функциональные
тренажеры

информационные системы
реального времени

экспертные системы для
управления

контроль сетей
телекоммуникаций



Обеспечивает

Создание
отказоустойчивых
конфигураций
технических средств

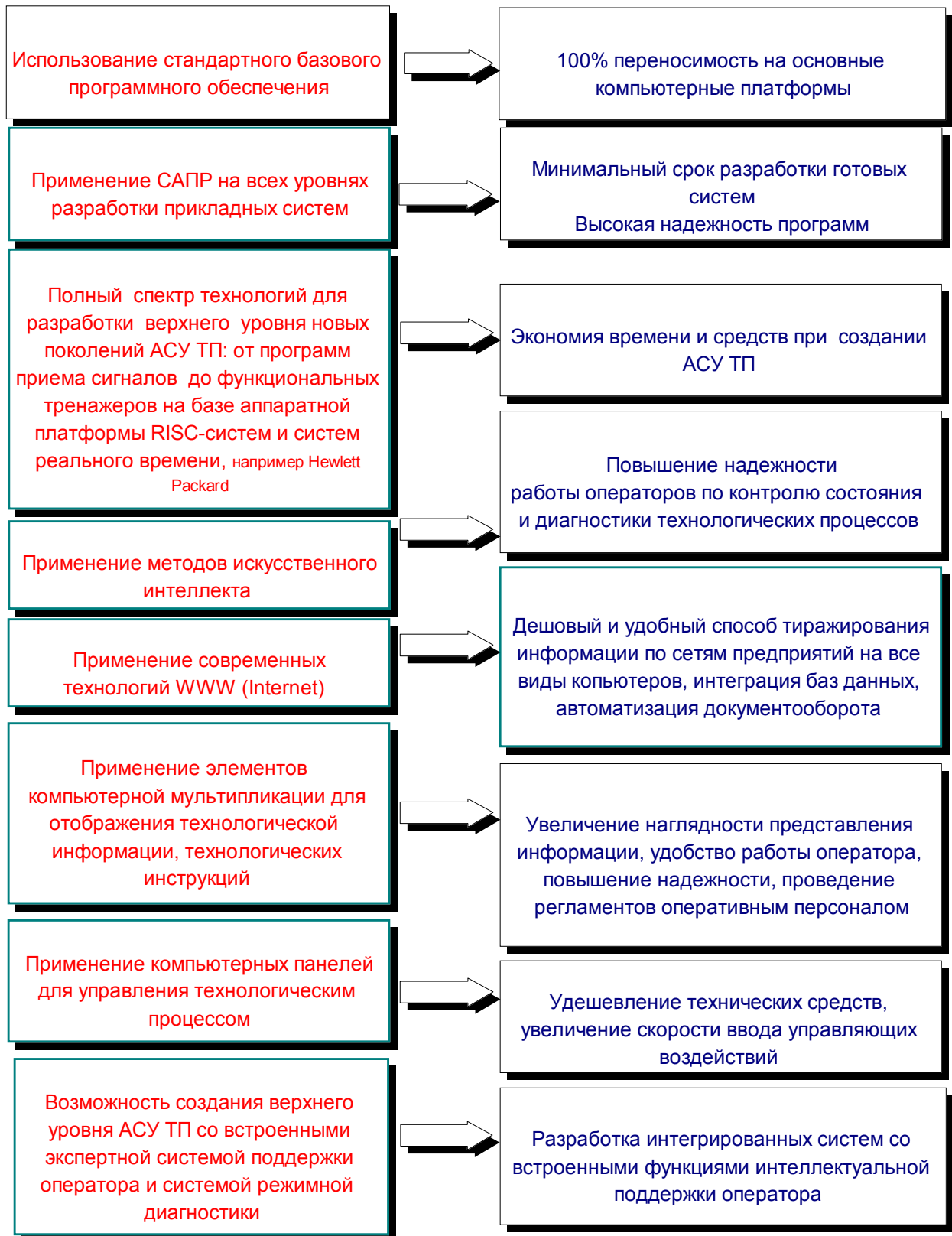
Синхронизацию времени

Дистанционное
управление

Доступ к данным по
Internet/Intranet через
Java-приложения

Автоматическую
реконфигурацию при
отказах

Особенности системы



Функции

База данных реального времени.

включающая средства приема информации, ее обработки, архивации и отображения, представляет собой иерархию распределенных баз данных, легко настраиваемых на приложения. База данных может быть адаптирована для решения практически любой задачи путем присоединения к источникам информации произвольного вида.

Открытый интерфейс

с внешними устройствами и программами обеспечивает связь с любыми объектами мониторинга и управления. С его помощью система может быть подключена к базам данных, расчетным программам, распределенным системам управления, статистическим пакетам, картографическим системам, данным дистанционного зондирования, системам обработки спутниковой информации и др.

Предупредительная сигнализация

Система имеет развитый аппарат работы с предупредительной сигнализацией. Сигнализация отображается различными способами, включая генерируемые меню, цветные пиктограммы, элементы анимации.

Графики

В системе хранится история поведения параметров во времени, которая выводится на экран дисплея в виде графиков. На графиках выдаются также пределы, соответствующие предупредительной сигнализации, что позволяет оператору более эффективно контролировать процесс и принимать управляющие решения до момента возникновения предупредительной сигнализации.

Панели управления

предназначены для ввода управляющих воздействий. Панели настраиваются на конкретный вид объектов и включают в себя кнопки, поля ввода с клавиатуры, линейки ввода и др. элементы, при помощи которых оператор может быстро и эффективно управлять сложными объектами.

Отчеты

Система имеет гибкие средства формирования отчетов. Оперативные отчеты формируются по запросу оператора и содержат информацию о событиях, предупредительные сигналы, сообщения о срабатывании автоматики и др.

Периодические отчеты формируются через определенные промежутки времени и содержат подробную форматированную информацию о ходе процесса.

Мнемосхемы

создаются на основе векторной графики с элементами компьютерной анимации и используют все возможности современных графических станций. Мнемосхемы могут перемещаться по экрану, увеличиваться-уменьшаться, прокручиваться вправо-влево, вверх-вниз, минимизироваться и т.д. Элементы мнемосхем могут менять цвет, форму, фон, подсветку, могут вращаться, плавно менять свое состояние и др., что позволяет создавать высокоэффективные способы представления информации. Все элементы мнемосхем являются чувствительными зонами, воздействуя на которые оператор может быстро и эффективно управлять работой системы и получать доступ к необходимой информации.

Режимная диагностика

Данный тип диагностических алгоритмов предназначен для того, чтобы помочь оператору решать три главные задачи анализа процесса. *Первая задача:* в реальном масштабе времени оценивать правильность протекания процесса и определять те параметры, которые отклонились от нормальных значений. *Вторая задача* - собственно диагностика - должна оперативно выявлять место и причины этих отклонений. *Третья задача:* идентифицировать источник неисправностей путем отнесения его к следующим трем видам:

- неисправность отдельных элементов системы;
- неправильное функционирование системы управления;
- ошибочные действия оператора.

✓ Стандартные функции контроля/управления

- База данных реального времени
- Открытый интерфейс
- Предупредительная сигнализация
- Графики
- Панели управления
- Отчеты
- Мнемосхемы

✓ Искусственный интеллект

- Режимная диагностика
- Экспертная система

Экспертная система

обеспечивает интеллектуальную поддержку оператора в процессе работы. Ее искусственный интеллект основан на качественной модели физических процессов, функционирующих в терминах, схожих с понятиями, применяемыми человеком. Качественная модель, работая синхронно с реальным процессом, анализирует его поведение, определяя какие причинно-следственные связи между явлениями проявляют себя в каждый момент времени. Восстановленные связи запоминаются в базе знаний. В режиме консультации с экспертной системой оператор может получить информацию о причинах отклонений параметров процесса от нормы, о срабатывании автоматики и т.п. Вместе с тем качественная модель позволяет решать задачу прогноза. В этом случае оператор может запросить экспертную систему о вероятных последствиях события: управляющих воздействий, неисправностей, аварий и др.

Положение системы Оператор

На рынке инструментальных систем для мониторинга и управления процессами в реальном времени в настоящее время используется небольшое количество программных продуктов высокого качества. Они разделяются на две группы по уровню искусственного интеллекта.

В первую группу входят системы, реализующие традиционные функции мониторинга и управления процессами. В их число входят:

- ведение базы данных реального времени;
- выполнение расчетов;
- графическое представление данных и параметров в виде мнемосхем, графиков, диаграмм и т.д.;
- предупредительная сигнализация;
- архивирование информации;
- генерирование отчетов.

Типичными представителями являются продукты: RTAP/Plus (Hewlett Packard), MonitrolUX (Hilco), PMIS (Bradley-Ward), Simplicity (GE Fanuc), FactoryLink (US Data), SetCim (Setpoint), MAIP/CCA (Mainstream).

Система Оператор обеспечивает интегрированную технологию, которая включает как традиционные функции мониторинга/управления, так и возможности экспертных систем.

Вторую группу составляют экспертные системы. В их функции входит интеллектуальная поддержка человека-оператора при управлении процессами. В частности, экспертные системы применяются для решения следующих задач:

- диагностика;
- логический анализ событий;
- прогноз поведения процесса во времени и другие.

Представителем в этой области является система G2 (Gensym).

Системы первой и второй группы дополняют друг друга и применяются совместно. Однако, если системы первого типа - это базис современных систем управления, то экспертные системы используются пока не часто.

Это объясняется многими причинами. Среди самых важных есть два наиболее серьезных препятствия для применения экспертных систем. Во-первых, технология создания экспертных систем недостаточно формализована, требует привлечения высококвалифицированных специалистов по инженерии знаний и дорогостоящих экспертов, что, в конечном счете, приводит к значительным финансовым и временным затратам. Поэтому экспертные системы создаются только тогда, когда их применение сулит очень крупные материальные выгоды.

Вторая причина. Экспертные системы разрабатываются, как правило, как вспомогательные вычислительные системы, не входящие в состав основных средств мониторинга и управления.

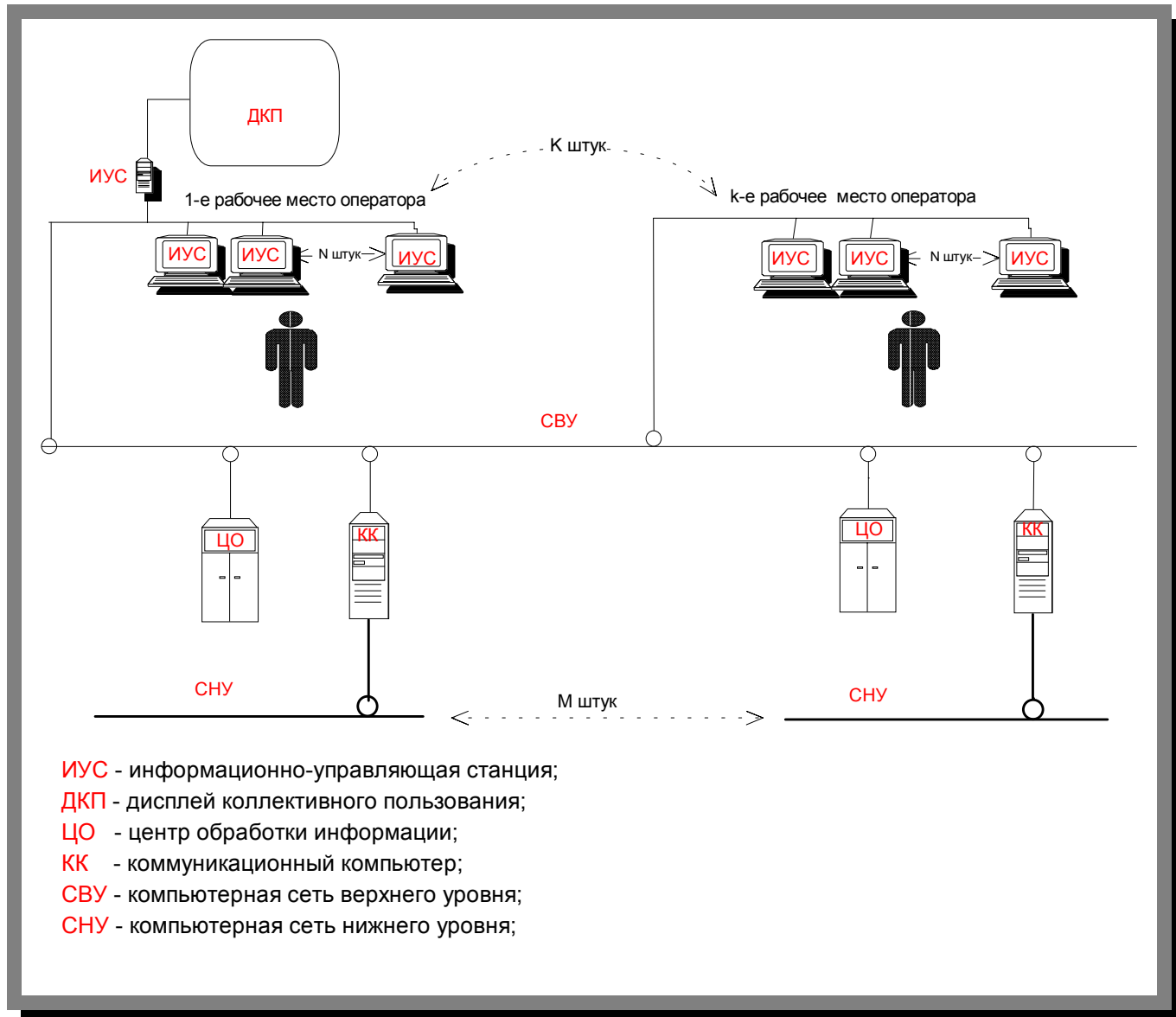
Экспертные системы имеют свои терминалы, свои методы отображения информации, ведения диалога и т.д., отличные от тех, что применяются в основной системе управления.

В результате операторы вынуждены работать с двумя системами одновременно, что серьезно ухудшает условия работы, обесценивая преимущества высокоинтеллектуальных технологий, которые должны помогать оператору в работе, а не наоборот.

Оба эти препятствия могут быть преодолены только одним способом: традиционные функции мониторинга/управления и методы экспертных систем должны создаваться по единой высокоавтоматизированной технологии и составлять единое целое.

Такую интегрированную технологию обеспечивает система Оператор, которая реализует как традиционные функции мониторинга/управления, так и ряд интеллектуальных технологий.

Архитектура программно-аппаратных комплексов



Технические средства

Программное обеспечение может функционировать на любых технических средствах, базовое программное обеспечение которых удовлетворяет следующим стандартам:

1. **POSIX**
2. **Motif 1.1/XLib Rel 5.0.**
3. **C ANSI**
4. **TCP/IP**

В настоящее время программное обеспечение функционирует на следующих компьютерных платформах:

1. **HP 9000 700/800 серий,**
2. **HP 700i, 800i промышленные рабочие станции**
3. **HP X-терминалы**
4. **Pentium, Pentium II, K6 и др.**
5. **VAX/VMS**
6. **Alfa DEC**
7. **RS 6000**
8. **SUN в обычном и промышленном исполнении**
9. **Compact PCI, включая CM 1820**

В качестве информационно-управляющих станций могут быть использованы графические станции, оснащенные одним и более цветными дисплеями с разрешающей способностью от 800X600 до 1280X1024 и более точек. Для ответственных приложений применяются промышленные рабочие станции компании Hewlett Packard оснащенные сдвоенными 22" мониторами.

Наряду с ними в целях экономии средств на рабочих местах могут применяться X-терминалы, подключаемые через сеть к графическим станциям (X-серверам) или персональные компьютеры.

Вместо обычных электронных дисплеев могут использоваться лазерные дисплеи повышенной яркости, активные табло больших размеров, проекционные экраны и другие технические средства.

В качестве **устройств ввода** применяются:

1. устройства типа "мышь";
2. устройства типа "трекбол";
3. чувствительные дисплеи;
4. устройства типа "световое перо";
5. стандартные клавиатуры;
6. специальные клавиатуры, изготовленные на заказ.

Для вывода звуковой информации применяются стандартные звуковые устройства.

Для ввода видеоинформации применяются стандартные устройства для подключения удаленных телекамер.

В качестве центров обработки могут применяться обычные компьютеры, удовлетворяющие требованиям по производительности. Для больших приложений могут использоваться многопроцессорные компьютеры или наборы компьютеров, объединенных через сеть.

Для ответственных приложений применяются отказоустойчивые комплексы.

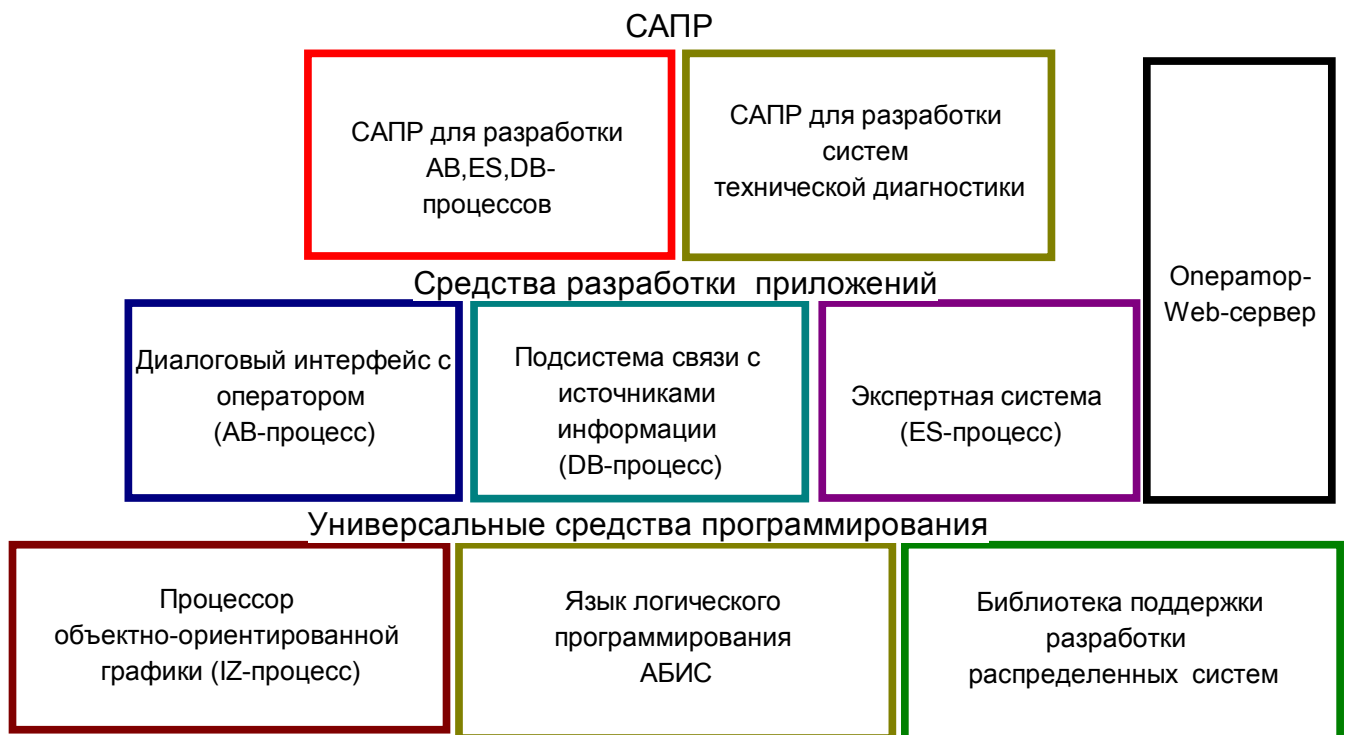
Сети верхнего уровня могут строиться на любой технической базе, способной поддерживать логический протокол обмена TCP/IP между компьютерами и обладающей достаточной пропускной способностью. В частности, могут применяться сети типа FDDI, Ethernet, Token Ring и т.д. Для обеспечения повышенной надежности применяются дублированные сети.

Драйверы со средствами низовой автоматики:

- ◆ CM 1810;
- ◆ VXI (Hewlett Packard);
- ◆ ТПТС производства ВНИИА;
- ◆ VME
- ◆ МСКУ (г. Северодонецк)

Программное обеспечение

Программное обеспечение имеет три уровня специализации.



Универсальные средства программирования

представляют собой мощную объектно-ориентированную среду разработки распределенных многокомпьютерных систем различного назначения. В ее состав входят три продукта.

Язык логического программирования АБИС является мощным языком высокого уровня, специально разработанным для решения задач из области Искусственного интеллекта, сложной логической обработки информации, работы с базами данных. Оснащенный машиной логических выводов прямого типа, он позволяет эффективно и быстро решать сложные и объемные логические задачи в реальном масштабе времени.

АБИС реализован на языке C в стандарте ANSI и обладает 100-процентной переносимостью. В настоящее время он работает под операционными системами MS DOS, VAX/VMS, UNIX.

Процессор объектно-ориентированной графики (IZ процесс) представляет собой универсальный программный продукт высокого уровня, позволяющий использовать все богатство графики современных рабочих станций для отображения объектов сложной формы и топологии, выдавать текстовую информацию, создавать проблемно-ориентированные меню, организовывать сложные диалоги, рисовать графики, диаграммы и многое другое.

IZ процесс работает со звуком и допускает подключение видеокамер.

IZ процесс реализован на языке C в стандарте ANSI и обладает 100-процентной переносимостью. В настоящее время он работает под операционными системами семейства UNIX:

- HP-UX на компьютерах серии Hewlett Packard серии 9000
- SCO UNIX на персональных компьютерах
- Solaris на SUN и Pentium
- AIX на IBM серии RS 6000
- OSF на компьютерах Alfa DEC

Библиотека поддержки разработки распределенных систем используется для создания программных систем на основе языка АБИС и процессора графики.

Библиотека реализована на языке C в стандарте ANSI и использует стандартную библиотеку поддержки сетевого протокола обмена TCP/IP. Программная система представляет собой совокупность процессов (задач), работающих на одном или нескольких компьютерах, связанных друг с другом посредством скоростных программных каналов. В ходе работы процессы обмениваются между собой сообщениями, транспортировку которых осуществляет *Библиотека*.

Поддержка распределенной архитектуры программных систем, работающих на разнотипных процессорах, позволяет оптимальным образом решать задачу выбора вычислительной техники по критериям требуемой производительности, надежности, стоимости и др., а также использовать имеющиеся в наличии или устаревшие вычислительные ресурсы.

Средства разработки приложений включают три компонента, которые представляют собой совокупность библиотек готовых программных модулей на языке АБИС, настраиваемых на приложения по определенным технологиям. Настройка осуществляется при помощи специализированных языков, надстроек над языком АБИС. Процедура настройки на приложения по функциям схожа с заполнением реляционной базы данных по спецификациям.

Диалоговый интерфейс с оператором (АВ-процесс) предназначен для организации диалогового взаимодействия с оператором во всех режимах работы, к которым относятся:

1. режим контроля/управления;
2. режим работы с системой диагностики;
3. режим консультации с экспертной системой;
4. режим просмотра архивов;
5. режим автоматизированного выполнения инструкций и регламентов.

Подсистема связи с источниками информации (DB-процесс) решает весь спектр задач по обработке сигналов от нижнего уровня и управляющих воздействий от оператора. Программное обеспечение DB-процесса построено по специальной технологии, обеспечивающей обработку сигналов в реальном времени независимо от колебаний их потока с нижнего уровня.

Экспертная система (ES-процесс) решает весь спектр задач интеллектуальной поддержки оператора и осуществляет режимную диагностику технологического процесса.

САПР

Две системы автоматизированного проектирования предназначены для автоматизации процесса разработки прикладных систем. Они представляют собой специализированные диалоговые системы, реализованные на языке АБИС и графики IZ-процесса.

САПР для разработки АВ,ES,DB-процессов полностью поддерживает технологию создания АВ, ES и DB-процессов для конкретные приложений.

САПР для разработки систем технической диагностики предназначен для генерации правил режимной диагностики ES-процесса.

Конфигурации

Система Оператор поставляется в конфигурациях технических средств, различающихся уровнем удобства для операторов, надежностью, стоимостью. Основными конфигурациями являются следующие:

- [одномашинная на основе Pentium,](#)
- [двухмашинная резервированная на основе Pentium,](#)
- [отказоустойчивая клиент-серверная на основе Pentium,](#)
- [одно-машинная на основе двухдисплейной рабочей станции Hewlett Packard;](#)
- [отказоустойчивая многотерминальная клиент-серверная на основе Pentium и двухдисплейных рабочих станций Hewlett Packard](#)

Одномашинные конфигурации представляют собой одну рабочую станцию в обычном или промышленном исполнении, на которой инсталлированы все компоненты системы Оператор, включая САПР. Отличие конфигурации на основе рабочей станции Hewlett Packard состоит в том, что она обеспечивает вдвое большую площадь для работы, позволяя одновременно отображать текущее состояние до 50 элементов оборудования и до 50-60 аналоговых параметров одновременно с учетом требований эргономики МЭК 1772.

Двухмашинная резервированная конфигурация представляет собой пару однотипных рабочих станций, работающих параллельно независимо друг от друга. Каждая из них позволяет выполнять всю совокупность работ по контролю и управлению, обеспечивая тем самым высокий уровень надежности и возможность замен отдельных рабочих станций без потери функций системы в целом.

Отказоустойчивая клиент-серверная конфигурация предназначена для построения систем, время функционирования которых без выключения много больше времени жизни отдельных элементов вычислительной техники. Конфигурация включает в свой состав следующее оборудование:

- пару серверов, оснащенных двумя сетевыми картами;
- до 8 рабочих станций с 20" дисплеями и двумя сетевыми картами;
- две независимые вычислительные сети на основе электрического или оптоволоконного кабеля.

Серверы и рабочие станции являются одновременно абонентами обеих сетей. Особенности программного обеспечения системы Оператор позволяют использовать две сети для резервирования каналов передачи данных.

Серверы работают независимо друг от друга и могут выводиться по одному из работы без потери функций системы. При этом рабочие станции автоматически переходят на работу с оставшимся сервером, не прерывая свою работу.

Рабочие станции также могут включаться, выключаться и заменяться в процессе работы.

Отказоустойчивая многотерминальная клиент-серверная конфигурация отличается от предыдущей тем, что в ее состав входят серверы на основе Pentium и рабочие места, построенные на основе двухдисплейных рабочих станций Hewlett Packard.

Рабочие места включают в свой состав до 3-х рабочих станций, образуя 6-и дисплейное пространство, которое позволяет контролировать и управлять большими технологическими системами, включающими до 2000 аналоговых измерений и более 10000 дискретных сигналов.

Это достигается путем специализации функций рабочих станций. Одна из них предназначена для оперативного анализа состояния технологического оборудования. Другая реализует средства анализа событий, включая протокол текущих событий.

Третья рабочая станция предназначена для управления работой оборудования.

При этом все рабочие станции функционально резервируют друг друга, за счет чего достигается живучесть рабочего места, способного сохранять свои функции при отказах одной или двух рабочих станций.

По желанию система может поставляться в других конфигурациях, содержащих до 32 рабочих станций различных производителей.

Оператор-Web-сервер

Данная компонента системы Оператор решает задачу обеспечения широкого доступа к ее архивам со стороны пользователей, не вовлеченных непосредственно в управление. К ним, в частности, относятся:

- управленческий персонал предприятий;
- ремонтные службы;
- надзорные органы и другие.

Для этого круга пользователей Оператор-Web-сервер предоставляет возможность в произвольный момент времени подключаться к базам данных системы Оператор и получать необходимую информацию в режиме не реального времени.

Оператор-Web-сервер устанавливается совместно с другими компонентами системы Оператор на компьютерах, имеющих выход в локальные сети, сети предприятий (Intranet) или Internet.

Оператор-Web-сервер обеспечивает доступ к следующим видам информации:

- значениям измеренных и расчетных аналоговых и дискретных параметров в интересующий интервал времени;
- экземплярам отчетов, формируемым автоматически системой Оператор;
- справочной, нормативной документации, технологическим инструкциям, проектной технической документацией, схемам, чертежам и прочим документам, созданным вне системы Оператор.

Работа с Оператор-Web-сервером осуществляется с рабочих станций, персональных компьютеров, ноутбуков и других видов вычислительной техники, подключенных к сети.

Для обеспечения диалога с Оператор-Web-сервером применяется массовое программное обеспечение - Web-браузеры. В качестве них могут использоваться продукты любых фирм, поддерживающие стандарты HTTP, HTML и язык Java.

Информация через Web-браузеры выдается в следующих формах:

- таблиц;
- графиков;
- форматированных документов, содержащих рисунки, видеок cadры, копии экранов, звуковые вставки и др.;
- интерактивных программ, написанных на языке Java.

Подключение к Оператор-Web-серверу не требует инсталляции никаких дополнительных программных продуктов и может осуществляться персоналом предприятий самостоятельно. Никакой платы за подключение не предусматривается.

При необходимости Оператор-Web-сервер оснащается средствами защиты от несанкционированного доступа.

С примером работы Оператор-Web-сервера можно ознакомиться по Internet на сервере www31.ipu.rssi.ru

Классификация технологий

Программное обеспечение позволяет создавать широкий спектр компьютерных систем для мониторинга и управления процессами. В зависимости от используемых компонент, создаваемые системы могут применяться для различных целей и обладать различным набором функций. В таблице 1 содержится перечень 12 основных видов систем, разработка которых доведена до уровня технологий, автоматизирована и может быть осуществлена при помощи имеющихся САПР.

Замечание. Технологии 3,4,5,9,10,11 требуют наличия компьютерных моделей.

Таблица 1

N	Название
1	Системы контроля
2	Системы контроля/управления
3	Системы технической диагностики
4	Системы контроля и технической диагностики
5	Системы контроля/управления и технической диагностики
6	Экспертные системы поддержки оператора
7	Системы контроля с экспертной системой поддержки оператора
8	Системы контроля/управления с экспертной системой поддержки оператора
9	Системы контроля со средствами технической диагностики и экспертной системой поддержки оператора
10	Системы контроля/управления со средствами технической диагностики и экспертной системой поддержки оператора
11	Тренажеры для обучения операторов
12	Тренажеры для самообучения операторов с экспертной системой