

На правах рукописи.

Дильман Аркадий Михайлович

**Повышение эффективности функционирования
гибких производственных ячеек и модулей на
основе высокого уровня их информационного
обеспечения**

*Специальность 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (технические системы)*

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 2007

Работа выполнена в ГОУ ВПО Московском государственном технологическом университете «Станкин»

Научные руководители: доктор технических наук, профессор
Сосонкин Владимир Лазаревич

доктор технических наук, доцент
Мartiнов Георги Martинов

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Фролов Евгений Борисович

кандидат технических наук, доцент
Федоров Алексей Анатольевич

Ведущая организация: **ОАО «НИИТ»**

Защита состоится «24» октября 2007 года в 14.30 часов на заседании Диссертационного совета К 212.142.01 при ГОУ ВПО Московском государственном технологическом университете «Станкин» по адресу: 127994, Москва, Вадковский пер., д. 3а.

Отзыв по работе, заверенный печатью, в 2-х экземплярах просьба направлять по указанному адресу в диссертационный совет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО МГТУ «Станкин».

Автореферат разослан «24» сентября 2007 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н.

Тарарин И.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Постоянные требования к увеличению качества производимой продукции в машиностроении приводят к усложнению задач управления станками и другим промышленным оборудованием. В результате усложняются существующие программные конфигурации, и к ним предъявляются новые требования. К этому же подталкивает существенный прогресс в развитии аппаратных средств, который создает предпосылки для решения качественно новых задач на программном уровне.

Анализ архитектуры гибкой производственной ячейки (ГПЯ) и организации взаимодействия аппаратно-программных средств, составляющих ее основу, показывает, что сегодня существуют следующие проблемы:

- в состав ячейки входят разнородные системы управления (СУ), поддержание диалога между которыми вызывает определенные трудности;
- отсутствует системный подход к получению данных о функционировании оборудования и их последующей обработке. Следовательно, затруднительно определить, насколько эффективно функционирует оборудование;
- присутствие в ГПЯ вычислительной и технологической составляющих, информационного и материального потоков усложняют управление этой системой. Практика построения интегрированных систем показала, что реализация протокола автоматизации производства MAP (manufacturing automation protocol) дорога и громоздка; кроме того, он не охватывает всех уровней интеграции, например, нижних уровней устройств типа программируемых контроллеров, следящих приводов и др.
- отсутствует единый механизм, позволяющий усовершенствовать организацию производства.

В результате анализа было выявлено, что при общей разрозненности и гетерогенности распределенных систем ГПЯ отсутствует единая системная организация информационных процессов. Поэтому, тема диссертации

направленная на повышение эффективности работы гибких производственных ячеек на основе высокого уровня их информационного обеспечения, является актуальной.

Цель работы. Целью диссертационной работы является повышение эффективности работы ГПЯ на основе: анализа возможности создания современной системы управления информацией; решения задачи управления работой ГПЯ с использованием современных технологий автоматизации; практической разработки и применения необходимого комплекса программно-аппаратных средств для повышения уровня информационного обеспечения производства в современных условиях.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи.

1. Разработать структуру системы управления информацией и проанализировать возможность ее использования в качестве координатора оборудования ГПЯ. При этом необходимо интегрировать эту систему на соответствующий уровень модели взаимосвязи открытых систем (ВОС).
2. Исследовать возможность использования современных промышленных технологий для повышения уровня информационного обеспечения ГПЯ.
3. В соответствии с теоретическими и практическими знаниями, адаптировать необходимое программное и аппаратное обеспечение, современные информационные промышленные технологии, систему управления информацией на уровень производства.

Методы исследования. При решении поставленных задач использовались методы системного анализа, объектно-ориентированного анализа, проектирования и программирования. Применялись технологии DCOM (distributed component object model), автоматизация OLE (object linking and embedding) и стандарт OPC (OLE for process control). Экспериментальные исследования выполнены на основе программных средств MDA (machine data

acquisition, сбор машинных данных), DNC (direct numeric control, управление программами), TPM (total maintenance performance, полная поддержка в эксплуатации), @Event фирмы Siemens.

Научная новизна. В диссертации получены следующие новые научные результаты:

- разработана архитектура и принципы построения системы управления информацией работы ГПЯ с использованием современных промышленных технологий;
- разработаны способы интеграции в заводскую сеть получаемых на прикладном уровне данных; предложена методика внедрения современных информационных технологий на уровень ГПЯ (ГПМ);
- предложена методика последующего анализа результатов для оптимизации производственного процесса.

Практическая ценность. Практическая ценность полученных результатов состоит в разработке методики интеграции гетерогенного оборудования ГПЯ, организации его информационного взаимодействия с обработкой данных, которая позволяет: сократить время простоев оборудования, выявить узкие места в его работе, снизить затраты на передачу и хранение информационных данных, корректно организовать проведение сервисных работ и работ по техобслуживанию оборудования.

Реализация и внедрение работы. Результаты работы внедрены и использованы в «Цехе малых серий» Заволжского Моторного Завода, г. Заволжье Нижегородской области.

Апробация работы. Теоретические и практические результаты, полученные автором, неоднократно докладывались на заседаниях кафедры «Компьютерные системы управления», а также на двух международных научно-технических конференциях «Информационные средства и технологии», Москва 1999 и 2002.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 6 печатных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов по диссертационной работе, списка использованной литературы из 54 наименований и приложения. Основная часть работы изложена на 133 страницах машинописного текста, содержит 88 рисунков и 2 таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность работы, отмечена ее научная новизна и практическая полезность.

В первой главе, на основе научных трудов Соломенцева Ю.М., Сосонкина В.Л., Мартинова Г.М., Фролова Е.Б., Горнева В.Ф., Митрофанова В.Г. и других специалистов в области управления производством и систем числового программного управления (ЧПУ), проводится анализ архитектуры гибких производственных модулей (ячеек) с позиции их информационного наполнения.

Рассмотрена организация управления ГПЯ, проблематика анализа и сбора технологических данных, диспетчеризация работы ячейки. Определены два варианта координации работы отдельных подсистем ГПЯ между собой.

1. Установление множества непосредственных связей между элементами ГПЯ, наподобие одноранговой локальной сети. Простота управления в данном случае нивелируется сложностью практической реконфигурации такой системы и трудностями интеграции в нее новых элементов.
2. Использование центрального диспетчера для синхронизации и координации работы элементов ГПЯ. При использовании такого диспетчера реализуется идея виртуального канала связи, когда создается впечатление, что

подсистемы для взаимодействия с диспетчером пользуются своими индивидуальными каналами.

В результате анализа, был выбран второй вариант, как наиболее полно отвечающий современным условиям. При этом отмечено, что диспетчеризация ведет к усложнению существующих программных конфигураций, поскольку требования к ним постоянно растут. Анализ позволил сделать вывод, что существует потребность в едином механизме, координирующем и управляющем работой ГПЯ. Отмечено, что для управления технологическими и вспомогательными процессами в ячейке существует необходимость получать информацию о работе программ режима реального времени (РВ). Особенностью такой работы является необходимость обеспечения должной ответной реакции на поступающие извне непредсказуемые внешние воздействия (аварийные сообщения, неисправности, сигналы с пульта оператора и т.д.). Исследованы составляющие математического обеспечения ГПЯ, включающие в себя набор алгоритмов и программ, и разрабатываемых на базе создаваемых математических моделей процессов обработки информации, управления и отображения, составляющих единый функционирующий комплекс. Выявлено, что практически сложно обработать всю соответствующую информацию с помощью программных модулей, специально создаваемых для каждого из рассматриваемых в диссертационной работе взаимодействий. Необходимы систематический подход к обработке входных данных, и распределенное управление объектом производства. Одновременное присутствие в ГПЯ вычислительной и технологической составляющих, информационного и материального потоков усложняют управление этой системой.

Проведен анализ модели взаимодействия открытых систем и протокола автоматизации производства MAP, применительно к работе ГПЯ. Рассмотрена возможность использования MAP для объединения различных промышленных

устройств в ГПЯ. В основу закладывается следующий принцип: информационную связь между устройствами, выпускаемыми различными производителями, необходимо организовать на базе общих протоколов. Классическая модель взаимодействия различных уровней управления с точки зрения автоматизации представлена на рис. 1. Сделан следующий вывод: несмотря на то, что MAP специально разработан для применения в режиме реального времени, он не подходит для связи и управления на уровне устройств типа программируемых контроллеров, следящих приводов и др. С другой стороны, в силу своей специфики MAP не приспособлен для поддержки системы управления верхнего уровня. Недостатком такого протокола также является отсутствие общего принципа для организации передачи данных.



Рис. 1 Коммуникации для управления технологическим процессом

Выявлены уровни, необходимые для получения всесторонней информации о функционировании ГПЯ, для обработки данных, определяющих эффективность ее работы.

На основании проведенного анализа организации управления и архитектуры ГПЯ, поставлена цель и сформулированы задачи исследования.

Вторая глава посвящена разработке структуры системы управления информацией и анализ возможности ее использования в качестве координатора работы ГПЯ.

Проанализирована современная организация человеко-машинного интерфейса на производстве с тем, чтобы спроецировать ее на возможности систем управления. Выделены особенности, которые заставляют отнести системы визуального программирования на производстве в отдельную категорию программных продуктов. К ним относятся: работа в режиме реального времени; повышенная сложность; высокая цена ошибок; ограниченность программно-аппаратных ресурсов; диалоговый характер взаимодействия с оператором. В связи с этим определена структура управления технологическими процессами и выделены взаимодействия между ее компонентами (рис. 2).

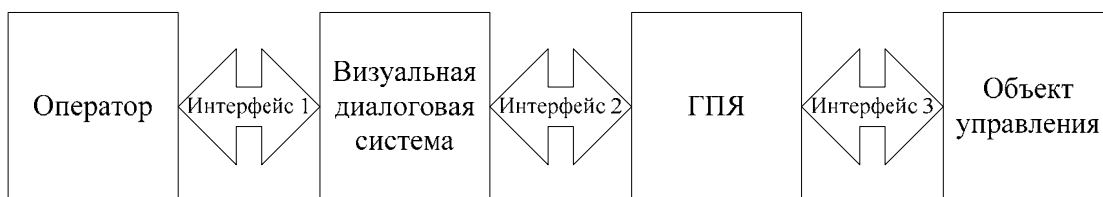


Рис. 2. Взаимодействие между элементами ГПЯ

Интерфейсы 1 и 3 осуществляют взаимодействие разнородных по своей структуре систем на основе элементарных сигналов. В связи с этим, через эти интерфейсы поступают большие объемы информации. В тоже время, система визуализации служит дополнением к системе управления ГПЯ, поэтому поток информации через интерфейс 2 относительно невелик. Отметим, что на этапе передачи информации от человека к машине возникает наибольшее количество

ошибок. Применение автоматического сбора и передачи информации позволяет исключить человеческий фактор. В то же время, к самому интерфейсу пользователя предъявляются требования по предоставлению оператору схемы технологического процесса, его состояниях и возможных вариантах управления. Интерфейс должен упростить работу операторов и предохранять производственный процесс от ошибок.

Вводится понятие «системы управления информацией», решающей задачи по интеграции технологического оборудования в процесс обработки данных. Предложена ее структура и определены основные функции (рис. 3):

- графическое представление данных,
- индикация, протоколирование и архивирование сообщений,
- сбор результатов измерения (архивирование, сжатие данных, определение минимальных и максимальных значений и пр.),
- анализ количества и качества выпускаемых изделий,
- возможность документирования работы промышленного оборудования,

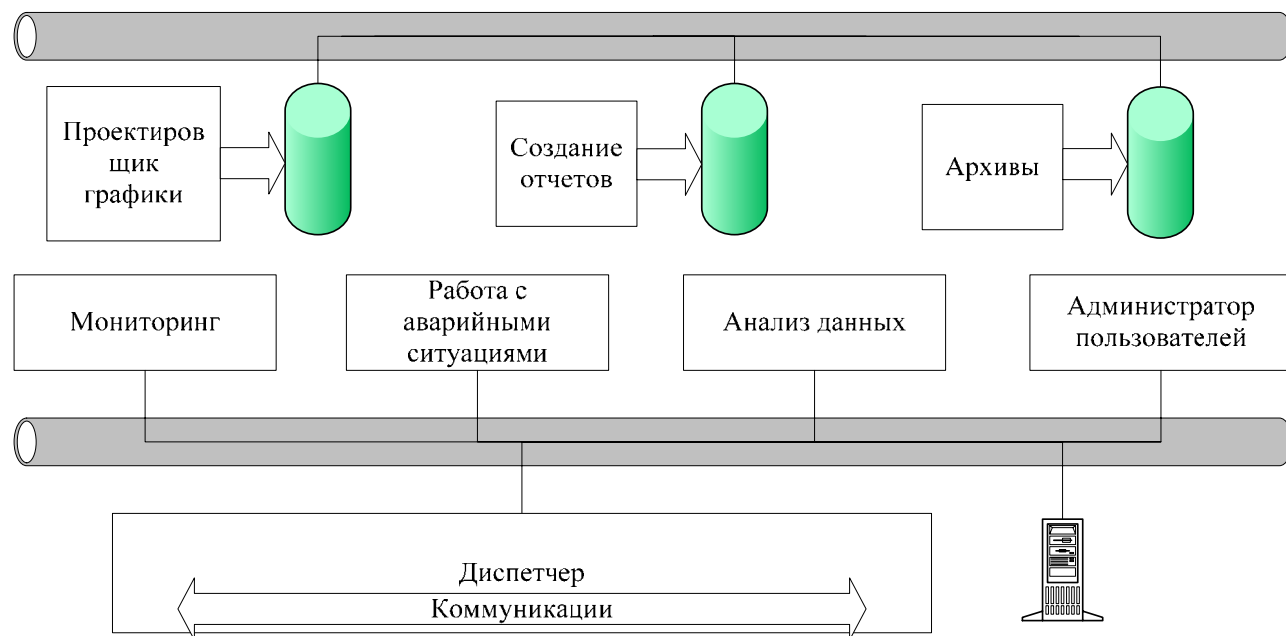


Рис. 3. Взаимосвязь функциональных модулей системы управления информацией ГПЯ

- подключение к различным типам оборудования, системам управления,
- возможность доступа к данным и функциям API,
- использование разнообразных стандартных интерфейсов Microsoft.

Для связи человеко-машинного интерфейса и технологического оборудования основным компонентам ГПЯ присваиваются соответствующие графические изображения. На основе заранее подготовленного статического изображения (стандартный графический файл), подготавливается модель производства. При этом к статическому изображению предлагается добавлять динамические составляющие, которые, через специально назначенные переменные (тэги), имеют прямой доступ к технологическому оборудованию. Непосредственно связь осуществляется следующим образом: при смене состояния участвующей в мониторинге электроавтоматики переменной, меняется, к примеру, цвет на диаграмме мониторинга, что означает изменение статуса работы. Чтобы отобразить адресную информацию различных систем управления, предложена следующая структура: внешние тэги состоят из общей части, которая содержит информацию типа имени, типа или граничных значений, и части, за интерпретацию которой отвечает конкретное логическое соединение. Для каждой группы тэгов существует свой номер и уровень приоритета. Для каждой переменной есть возможность указать ее: уникальный номер; символическое имя; если связана с ПЛК - дополнительно 128 битов состояний, приоритет, цвет для представления в виде диаграмм.

Рассмотрены взаимосвязи на уровнях систем управления (рис.4) для корректной интеграции системы управления информацией в ГПЯ. Элементы технологического процесса ГПЯ связаны коммуникацией с помощью соответствующих драйверов. Менеджер данных должен управлять визуализацией процесса, исходя из состояний входов/выходов, значений тэгов и значений БД. Редакторы системы управления информацией не только

отображают функции управления, но и посредством переменных привязывают функции к технологическому процессу в ГПЯ.

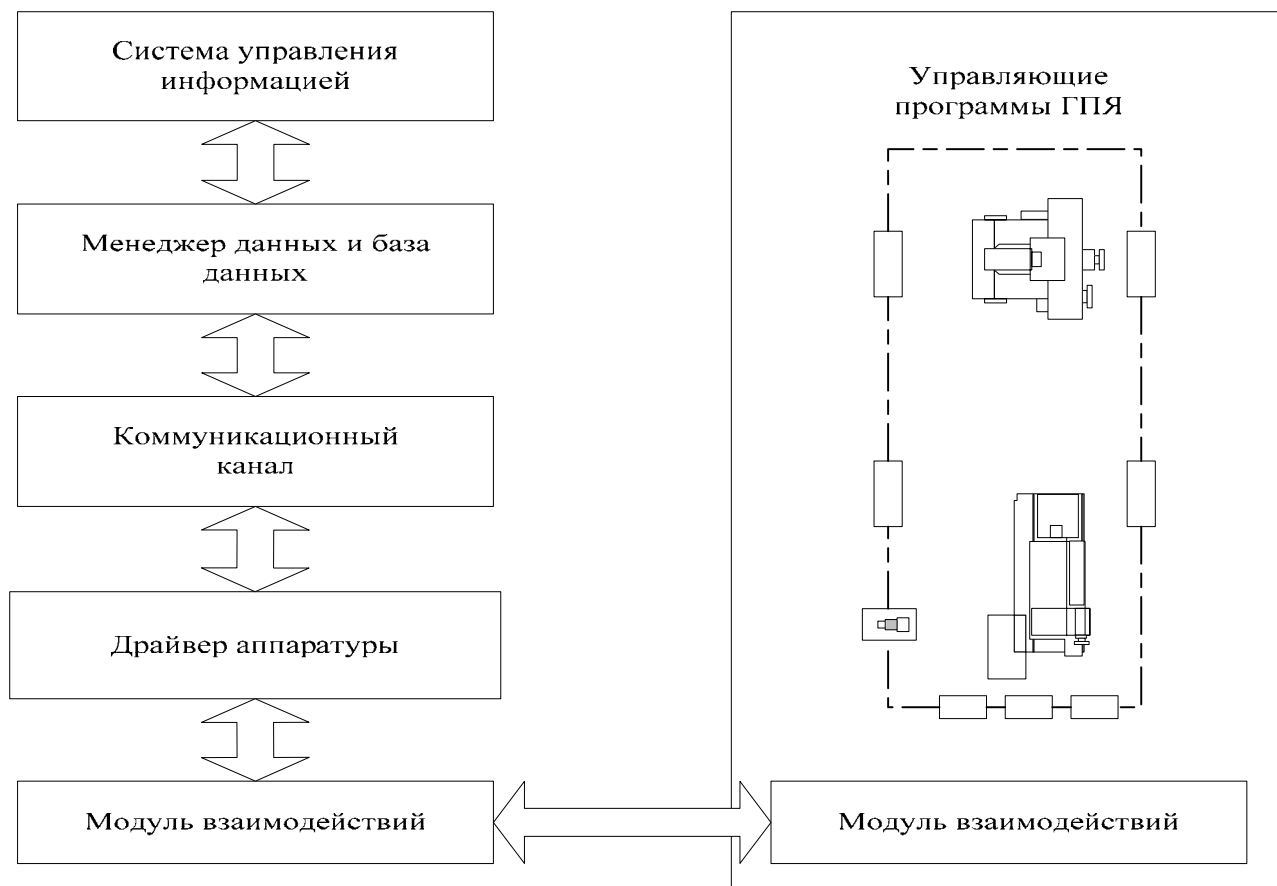


Рис. 4. Структура связи между системой управления информацией и ГПЯ.

Связь между системой управления информацией и ГПЯ представлена на рис. 5. Подобная схема работает путем непрерывного сбора данных, передачи их в систему управления информацией и проведения мероприятий аналитического характера для повышения эффективности работы оборудования. При этом совершенствуются связь между ГПЯ и системами управления верхнего уровня, и повышается внутренний порядок - связь между диспетчером и ее работающими элементами (диагностика, архивация, сервис и т.д.). Между тем, отмечено, что использование системы управления информацией способно улучшить инфраструктуру для поддержки обращения удаленных объектов к ГПЯ или ее элементам. Это позволит проводить

удаленную диагностику системы и осуществлять частичное управление терминальной и логическими задачами ЧПУ.

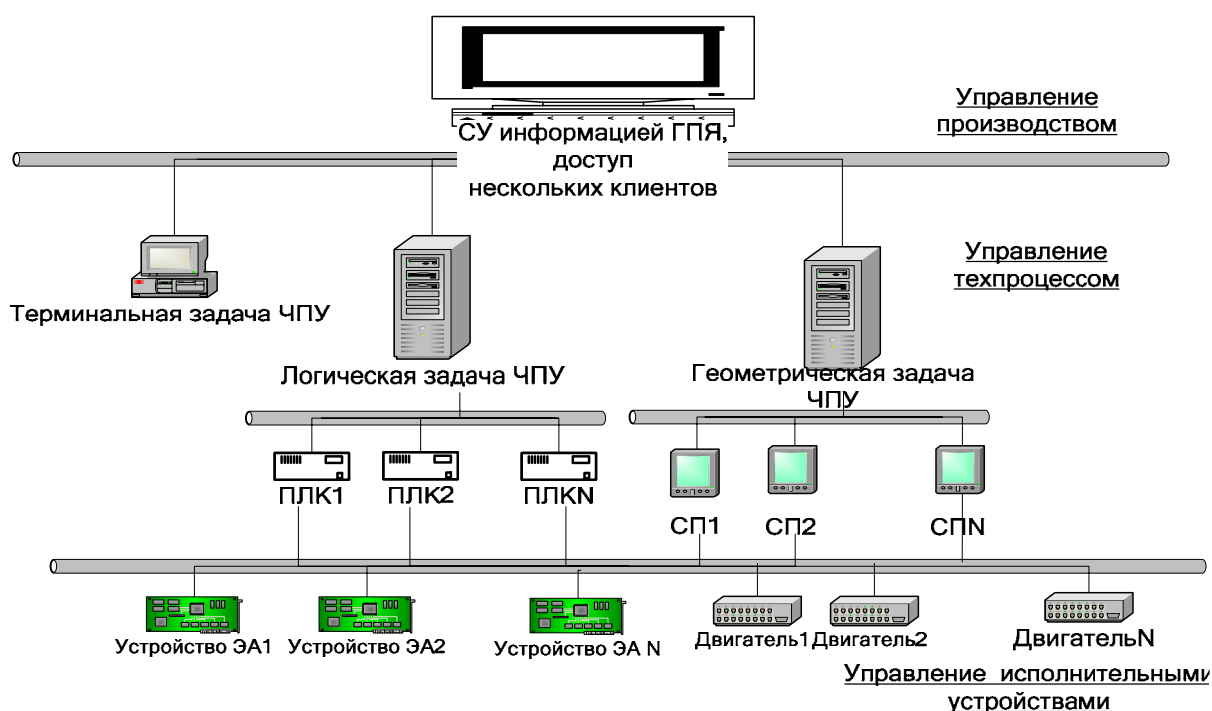


Рис. 5. Уровни АСУТП и система управления информацией ГПЯ

Сделан вывод о необходимости внедрения подобных систем на уровень управления автоматических систем управления технологическими процессами (АСУ ТП, рис. 5). Рисунок иллюстрирует особенность работы – система управления информацией должна использоваться для координации управления различными системами управления: систем ЧПУ станка, робота и ПЛК, изначально работающих по своим отдельным протоколам. Таким образом, оставляя технологическое оборудование неизменным, но, используя систему управления информацией, можно повысить качество управления производством.

Третья глава посвящена исследованию возможности применения современных информационных технологий на уровне ГПЯ и использования средств модульного обеспечения для решения задачи повышения ее внутренней интеграции. Показано, что ГПЯ включает в себя системы управления различных производителей. Для работы всех ее приложений необходимы

специально разработанные драйверы или серверы для каждого устройства или, соответственно, компоненты. Интеграция этих компонентов, как правило, вызывает технические трудности. В частности, несколько программных пакетов не могут иметь доступ к одному устройству в одно и то же время, поскольку каждый из них поддерживает обмен именно со своим драйвером. Необходимость в специфических протоколах для устройств приводит к нежелательной замене уже существующих программных компонентов. Между тем, существует ряд стандартных промышленных технологий, корректное внедрение которых способно изменить принципы информационного функционирования ГПЯ. Основой для построения открытых (интегрированных) систем управления может стать применение интерфейсных стандартов на основе объектно-ориентированного подхода и таких технологий, как COM-DCOM-OLE-OPC. Рассмотрена возможность использования современных технологических пакетов комплексной автоматизации, которые могли бы, при наименьшей зависимости от видов и интерфейсов существующих протоколов, решать задачи по изменению, наращиванию и повышению уровня информационного обеспечения ГПЯ. В результате анализа показано, что использование COM-серверов нужно, когда сервер требует для своей работы особых ресурсов, недоступных на всех аппаратных средствах (на ЧПУ, контроллерах), таких, как: дополнительный объем оперативной памяти, технологическое оборудование, дополнительное программное обеспечение, требующее сложной конфигурации, настройки и поддержки. В случае с ГПЯ таким оборудованием является система управления, обеспечивающая интерфейс с ПЛК и другим оборудованием ГПЯ.

Для организации взаимодействия между программными компонентами системы управления ГПЯ и технологическим оборудованием предлагается использовать стандарт OPC, основанный на объектной модели COM/DCOM. Через интерфейсы OPC одни приложения могут читать или записывать данные

в другие приложения, обмениваться событиями, оповещать друг друга о нештатных ситуациях, осуществлять доступ к данным, зарегистрированным в архивах. Эти приложения могут располагаться как на одном компьютере, так и быть распределенными по сети; при этом, независимо от изготовителя оборудования, стандарт OLE for Process Control будет поддерживать их совместное функционирование. Отдельный класс OPC-приложений, используемых в промышленном оборудовании, представляет собой OPC-серверы конкретных аппаратных устройств. Они создают ситуацию, которая позволяет OPC-клиенту записывать и считывать данные с технологического устройства. Составная часть ГПЯ, для которой есть OPC-сервер, может использоваться вместе с любой современной системой сбора данных.

На рис. 6 представлен общий принцип функционирования OPC на уровне ГПЯ: взаимодействие OPC-клиент – OPC-сервер происходит по сети. Также предлагается использовать OPC для получения данных от технологических устройств ГПЯ, и для работы с приложениями удаленного доступа. Архитектура OPC также позволяет клиенту получать данные с различных серверов OPC, обеспечивая функционирование оборудования ГПЯ, произведенного различными производителями.

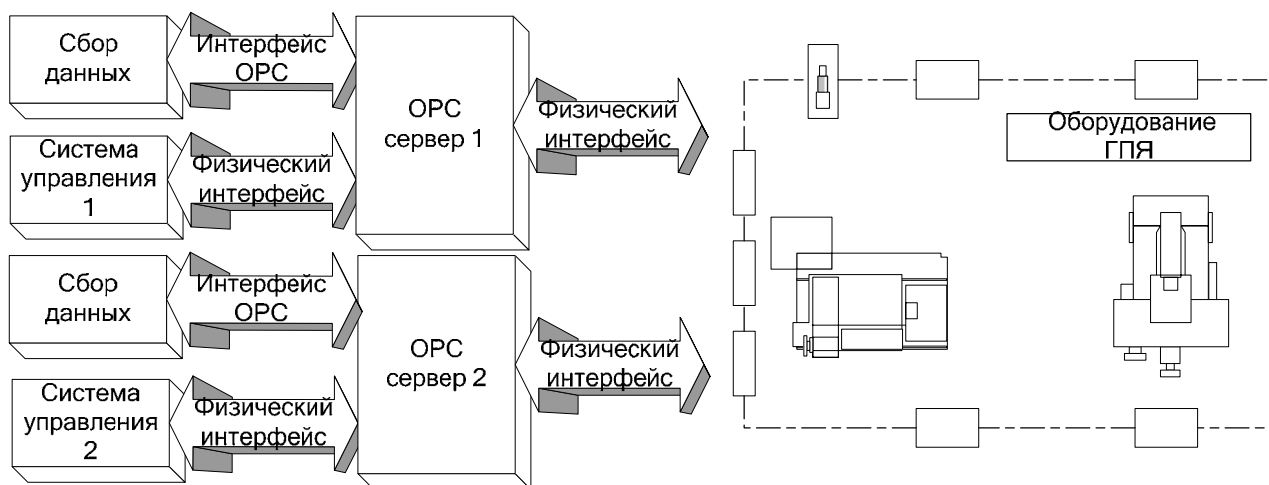


Рис. 6. Интерфейсы OPC

При использовании подобной технологии необходимы лишь интерфейсы, поддерживающие стандарт OPC. Таким образом, можно сконцентрироваться лишь на согласовании функций ячейки.

На рис.7 приведена логика работы ГПЯ при таком управлении. Удаленный сервер расположен на другом компьютере, но может быть доступен клиенту через сетевое соединение. Необходима реализация специального приложения на Visual Basic или Visual C++ для работы с OPC-клиентом, но может быть использована существующая программа. OPC-клиент, также как и OPC-сервер, может устанавливаться на персональном компьютере с операционной системой Windows NT (Windows 2000, XP), который подключен к сети.

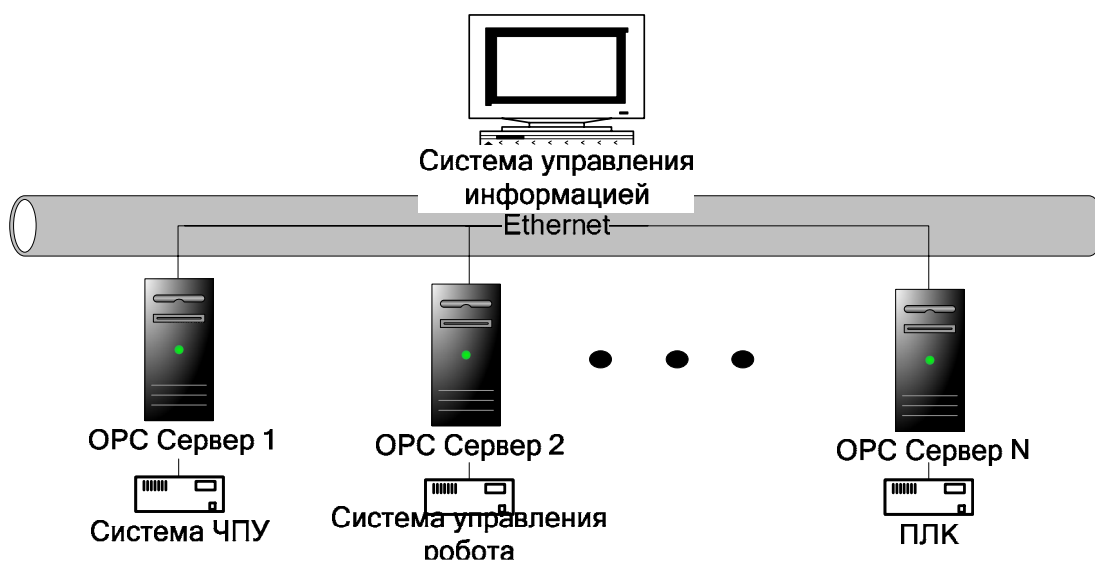


Рис. 7. Связь системы управления информацией, OPC-сервера, и элементов ГПЯ

Использование технологии DCOM, через протокол TCP/IP, реализует связь с удаленным OPC – сервером. Система управления информацией, расположенная на верхнем уровне ГПЯ по промышленному протоколу, например, Ethernet, связана с OPC-сервером. Тот, в свою очередь, являясь частью программного обеспечения системы ЧПУ, подключен по шине данных к ПЛК (программируемым логическим контроллерам), которые осуществляют управление логической задачей ЧПУ. Именно таким образом информация

получается и передается OPC-клиенту. Эту схему можно упростить, если использовать систему управления информацией ГПЯ с интегрированной OPC-технологией.

Таким образом, реализуется задача координации (диспетчеризации) различных систем управления, работающих по своим интерфейсам.

В четвертой главе рассматриваются практические аспекты реализации современных промышленных технологий для повышения уровня информационного обеспечения ГПЯ. Решение базируется на построении системы управления информацией с применением единого комплекса программных средств.

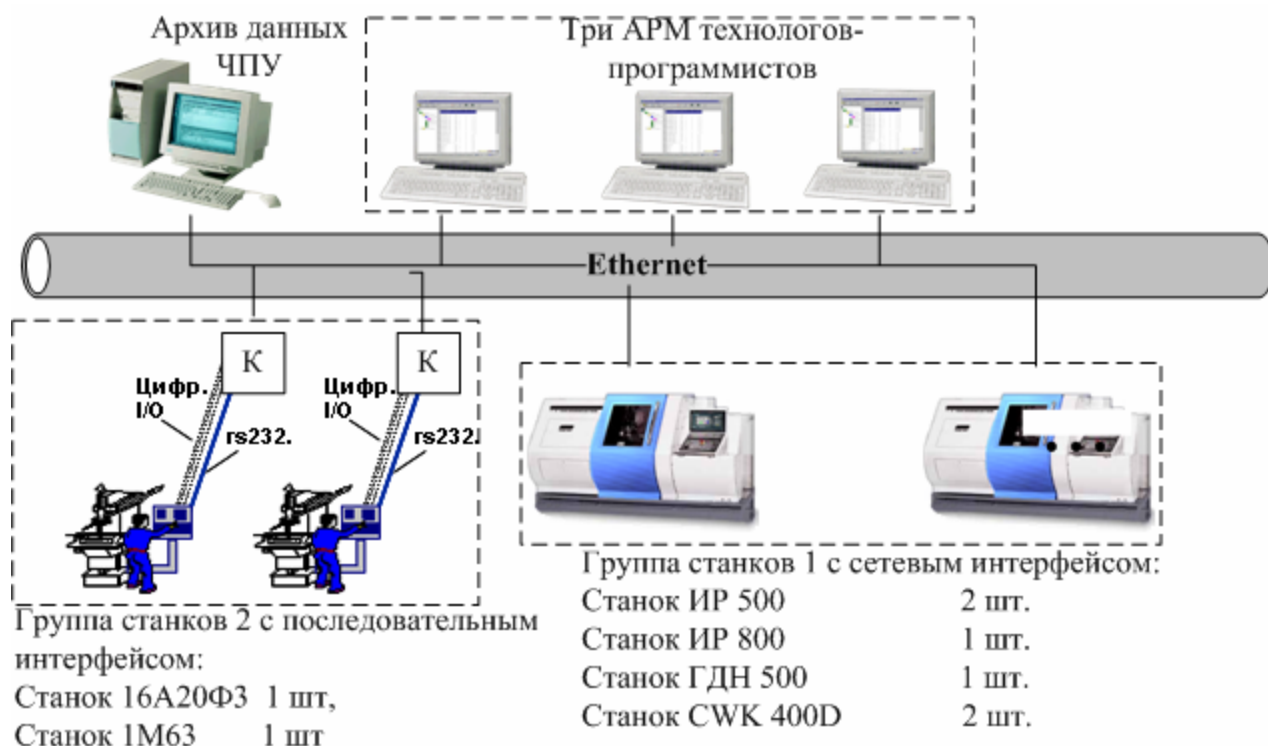


Рис. 8. Объект исследования: схема передачи и управления данными

Основной задачей, которую решает система, является повышение уровня эффективности управления производством.

Решение выполнялось в цехе малых серий Заволжского Моторного Завода на базе следующего оборудования, разбитого на несколько логических групп (рис. 8): Группа 1 - это станки с современными ЧПУ, оснащенные устройствами

для объединения станков в сеть и реализацией терминальной задачи на основе ОС Windows; Группу 2 составили станки, оснащенные последовательным портом ввода/вывода данных RS232 без стандартных сетевых протоколов; Группу 3 составили автоматизированные рабочие места технологов-программистов и диспетчера на базе мощных ПК.

Рассмотрены и реализованы следующие задачи, решаемые системой управления информацией.

Задача обеспечения передачи и обмена данными между ЧПУ и общим архивом технологических программ через стандартную сеть Ethernet (группа станков 1) и последовательный порт RS232 (группа станков 2). Реализованы следующие функции: хранение данных ЧПУ в базе данных Microsoft SQL Server; обслуживание и администрирование данных (машинных данных, архивов данных приводов и электроавтоматики); конфигурирование системы; импорт и экспорт данных; передача данных на станки с ЧПУ и в обратном направлении; администрирование пользователей; управление фильтрами данных. Определена структура для каждого типа данных: наименование, тип данных, номер версии (каждый тип данных может иметь до 7 версий), размер, количество выполненных загрузок данных, дата последней загрузки, отметки «готов к использованию», «тестовая программа», разработчик, автор изменения и даты внесения изменения, принадлежность станка к указанным выше уровням, создание комментариев к машинным данным. Разработано предложение, суть которого состоит том, чтобы передача и прием данных производились с помощью программы, специально интегрированной в ЧПУ станков. Данные ЧПУ выбираются в исходной области архива данных и передаются в ЧПУ станка. На экране управления DNC для оператора цеха предоставлена возможность просмотра списка доступных программ и данных ЧПУ в режиме реального времени. Это решение позволило загружать данные как на жесткий диск терминальной задачи ЧПУ, так и напрямую в память ЧПУ,

например, для отработки программы. Отдельные типы данных ЧПУ передаются из архива в соответствующую им директорию ЧПУ. Специализировано каждое действие, выполняемое при приеме или передаче данных, оно протоколируется в специальном журнале для служебных записей (logbook), где впоследствии можно просмотреть всю архивную информацию по конкретному станку, куда с указанием даты, времени и имени пользователя записываются все произведенные манипуляции. Для станков группы 2 предложено специальное решение для передачи, названное функцией «Диалог». Особенность такого решения состоит в отсутствии необходимости квитирования запроса на стороне сервера. При обычной передаче данных по последовательному интерфейсу сначала необходимо инициировать прием данных (как правило, клавишей «Прием данных»), а затем со стороны системы ЧПУ вывести данные (клавиша «Передача данных»). В случае же использования функции «Диалог», необходимо произвести лишь последнюю операцию. Таким образом, если в первом случае необходимо было участие двух человек (на приемнике и передатчике информации), то, согласно реализованной сейчас схеме, требуется присутствие лишь одного человека, а ЧПУ в такой структуре одновременно является и приемником и передатчиком данных.

Задача по учету времени работы станков и простоя оборудования (состояния станка, аварийные сигналы, сообщения пользователя) и передаче данных на автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера (группа станков 1). Предложена возможность как автоматического, так и ручного сбора производственных данных. Внедрена функциональность, заключающаяся в работе с сигналами аварийных сообщений, мониторинге работы станка и анализе эффективности работы оборудования.

Работа с сигналами аварийных сообщений происходит в автоматическом режиме. При появлении на станке подобного сигнала (сообщения), ЧПУ, используя специально подключенную службу, передает сигнал на АРМ

диспетчера для анализа и возможного реагирования. Все сообщения централизованно передаются для хранения в общей базе данных. Предусмотрено, что конфигурированию и настройке могут подвергаться как ошибки пользователя (ошибки, предусмотренные для данного станка), так и системные ошибки (сбои ЧПУ, приводов, электроавтоматики). Помимо этого, реализована возможность удобного представления отдельных ошибок непосредственно в утилите работы с сигналами аварийных сообщений.

Программная реализация функции мониторинга позволяет диспетчеру анализировать ситуацию в цехе на основе визуально-графической информации и принимать оперативные меры в течение всего времени работы оборудования.

Для корректного определения показателей эффективности функционирования был произведен отбор данных, влияющих на функционирование оборудования. Эта работа проводилась с привлечением специалистов завода для вынесения экспертной оценки. Программное обеспечение предоставляет возможность выбора данных, задания их для внесения в статистические данные с отбором критерия по продолжительности во времени и частоте возникновения, а также производить выборку по уровням приоритетов. Исходя из этих показателей, диспетчер также имеет возможность просмотра состояний (производство продукции, простои, технологическая наладка и др.) как одного станка, так и указанной группы оборудования в обозначенный период в графическом и табличном видах. Приведем как означенные выше данные, так и формулы расчета эффективности работы оборудования.

- Производительность = $(\sum(K \text{ общ.} * T \text{ зад.цикл}))/ (T \text{ зад.} - T \text{ нар.}) * 100\%$;
- Качество = $(\sum(K \text{ общ.} - K \text{ брак.}))/ (\sum K \text{ общ.}) * 100 \%$;
- ОЕЕ станка = $K \text{ исп.} * \text{Производительность} * \text{Качество} / 1000000$;
- MTBF = $T \text{ прод.} / \text{Количество нарушений}$;

- $MTTR = \text{Длительность нарушений} / \text{Количество нарушений}$;

где: OEE (Overall Equipment Effectiveness) – показатель общей эффективности работы оборудования; MTTR (Meantime to Repair) – ремонт, средняя наработка до ремонта; MTFB (Meantime between Failure) – надежность, среднее время безотказной работы оборудования; Т прод. – полезное оперативное время работы; Т зад. – запланированное время работы; Т нар. – время, в течение которого на технологической единице оборудования возникали технические проблемы, К исп. – Коэффициент использования; К общ. – общее количество деталей; К брак. – количество бракованных деталей.

Даны рекомендации по регулярному сбору и анализу производственных данных. По результатам анализа происходит определение причин проблем и неисправностей, проводятся необходимые превентивные мероприятия. Периодически, через определенные промежутки времени, определяется эффективность работы, что позволяет непрерывно оптимизировать производственный процесс и судить о целесообразности принимаемых, организационных и не технических решений. Внедрение подобной системы позволило увеличить информационную картину работы оборудования и упростило создание документов отчетности.

Задача по организации проведения работ по технологическому обслуживанию (группа станков 1). Реализованы следующие функции: диагностика и реагирование на поступающие аварийные и диагностические сигналы от станка; организация планового технического обслуживания (выдача сообщения оператору о необходимости проведения очередного технологического обслуживания, выдача необходимых инструкций, чертежей, документации); мониторинг механических и/или электрических частей станка; ведение журнала регламентных работ.

На рис. 9 представлен специально разработанный экран оператора. Специфицирована следующая информация: тип работы (например, контроль

оборудования, обслуживание и очистка оборудования, ремонт), узел, расположение, действие, время оставшееся до наступления события, интервал времени (периодичность работы), продолжительность (время, необходимое для завершения работы), требуемый режим работы станка, исполнитель работы.

TPM IR800 JOG MPF0
 Сброс канала Программа прервана
 ROV
510201 : ТЕРМОЗАЩИТА ВЕНТИЛЯТОРА ГИДРОСТАНЦИИ -30Q3

Station IR8_29 27 Datensätze

Art	Baugruppe	Ort	Maßnahme	Wann	Intervall	Dauer	B...	Service...
<input type="checkbox"/>	W...	Instrument	03.105...	Ochistka ruki manipulya...	-1,5 Tag	8 Std	15 Min	Operator
<input checked="" type="checkbox"/>	In...	Gidravlika	01.007...	Kontrol davleniya gidrav...	3,9 Std	50 Std	30 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	In...	Raznoe	01.000...	Kontrol uplotnitelya pov...	3,9 Std	50 Std	30 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	In...	Gidravlika	01.007...	Kontrol urovnya gidravli...	3,9 Std	50 Std	30 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	In...	Instrument	03.116...	Ochistka gnezd magaz...	3,9 Std	50 Std	30 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	W...	Gidravlika	01.007...	Kontrol otsutstviya tech...	3,9 Std	50 Std	30 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	W...	Gidravlika	01.007...	Ochistka radiatora gidr...	3,9 Std	50 Std	30 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	In...	Raznoe	01.000...	Ochistka stolov-sputnikov	7,9 Std	8 Std	15 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	In...	Instrument	03.101...	Ochistka konusa shpind...	7,9 Std	8 Std	15 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	In...	Raznoe	01.000...	Ochistka zheloba verxni...	7,9 Std	8 Std	15 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	W...	Raznoe	01.000...	Ochistka teleskopiches...	7,9 Std	8 Std	15 Min	Operator
<input type="checkbox"/>	W...	Oxlazhdenie	01.023...	Proverka i zamena SOZ...	2,2 Tag	100 Std	2 Std	CMS
<input type="checkbox"/>	W...	Gidravlika	01.007...	Kontrol masla v uzle po...	6,4 Tag	200 Std	30 Min	CMS
<input type="checkbox"/>	W...	Raznoe	01.000...	Proverka sostoyaniya u...	6,4 Tag	200 Std	8 Std	CMS
<input type="checkbox"/>	W...	Oxlazhdenie	01.023...	Zamena SOZh - promyv...	6,4 Tag	200 Std	2 Std	CMS
<input type="checkbox"/>	W...	Oxlazhdenie	01.023...	TO baka SOZh	2,7 Wo	500 Std	4 Std	CMS
<input type="checkbox"/>	W...	Raznoe	01.000...	TO elektroporov osej	2,7 Wo	500 Std	4 Std	CMS
<input type="checkbox"/>	W...	Gidravlika	01.007...	TO filtrov gidrostancii	2,7 Wo	500 Std	4 Std	CMS
<input type="checkbox"/>	W...	Instrument	03.112...	TO instrumentalnogo m...	2,7 Wo	500 Std	4 Std	CMS

TPM V1.0 - Aktuelle Tätigkeit 01.11.2004 09:59:34 (i)

Касание Маховичок

Рис. 9. Сообщения о текущих мероприятиях технологического обслуживания
 Исполнитель работы обязывается производить технологическое обслуживание станка в соответствии с инструкциями и квитирует исполнение работы. Подсчет времени предложено проводить через систему электроавтоматики станка с помощью таймеров.

Задача по удаленной диагностике (передаче сообщений по электронной почте, группа станков 1). Задача решена при помощи отправки в службу сервиса электронных почтовых сообщений или SMS о возникающих ошибках и неисправностях. При этом определена структура сообщения о возникающей

ошибке: она кодируется и состоит из номера аварийного сообщения, диапазона номера аварийного сообщений и непосредственно текста сообщения. При появлении ошибки существует возможность определения следующих действий:

- кого необходимо проинформировать,
- когда необходимо отправить сообщение,
- должно ли сообщение посылаться вторично, периодически,
- какой файл вложения должен быть создан. К примеру, имеется возможность вкладки аварийного отладочного файла, файла с информацией о станке (производитель, контактные лица).

Диагностические функции были спроектированы таким образом, чтобы информировать сервисный персонал только о появлении неисправностей, а не обо всех сообщениях для снижения загрузки сети и упрощения работы с программой персонала службы сервиса.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Отсутствие единого механизма интеграции гетерогенных систем на уровне ГПЯ приводит к неэффективности их работы и необоснованной дороговизне внедрения существующих систем автоматизации для производства.
2. Предложенное в работе решение по управлению данными ЧПУ позволяет снизить затраты на передачу, организацию структурного хранения и архивирование данных; упрощает программистам-технологам доступ к информации заводского оборудования. За счет интеграции сети время передачи объемных по размеру файлов значительно сокращено. Программная реализация функций прямого доступа к оборудованию делает ненужным применение специализированных аппаратных терминалов ввода-вывода данных и программаторов для станков с последовательным интерфейсом, применяемых ранее.

3. Своевременный сбор и анализ данных производства повышает прозрачность работы технологического оборудования и служит инструментом повышения эффективности его работы. Получение данных позволяет определить точные фактические показатели работы оборудования, осуществить последующий их анализ и вычислить потенциал работы. Мониторинг работы оборудования предоставляет оперативную картину функционирования производства в реальном времени. Хранение и анализ архивов позволяет учитывать рабочие тенденции производства на весь период его функционирования и предпринимать превентивные меры, находить и устранять причины неисправностей, определять слабые места в работе комплекса технологических объектов.
4. Применение средств автоматизации при обслуживании станка служит предпосылкой для повышения времени надежной работы оборудования, снижения его износа. Оператор станка получает четкие инструкции по проведению сервисных работ, касающихся технического обслуживания и прописанных регламентом, предоставляемым производителями станков. Автоматизация проведения технического обслуживания позволяет избежать ведения «на бумаге» статистики по подсчету времени для выполнения очередного профилактического мероприятия, - статистика вводится корректно при помощи коммуникации между программным обеспечением и логической задачей системы ЧПУ. Обеспечивается возможность координации выполнения сервисных работ специалистами разного профиля. Из этого вытекает общее повышение долговечности работы оборудования.
5. Удаленная диагностика оборудования снижает время проведения ремонтно-сервисных работ, и позволяет производителю станка или службе сервиса более оперативно и качественно реагировать на возникающие аварийные ситуации.

6. По все группам решенных задач существует возможность расширения решений за счет открытых интерфейсов управления и применения современных информационных технологий.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Шемелин В.К., Дильман А.М. Проблемы проектирования операционной системы реального времени для управления технологическими процессами // Сборник докладов Международной конференции «Информационные средства и технологии». – Москва., 1999. - Том 3. – С. 214-218.
2. Дильман А.М. Повышение уровня информационного обеспечения гибких производственных модулей // Сборник докладов Международной конференции «Информационные средства и технологии». – Москва, 2002. - Том 3. – С. 142-145.
3. Дильман А.М., Кламбоцкий П.Н. Применение систем визуального программирования для управления технологическими процессами на предприятиях машиностроения // Сборник докладов Международной конференции «Информационные средства и технологии». – Москва, 2002. - Том 3. – С. 146-148.
4. Дильман А.М. Применение современных промышленных технологий для повышения уровня информационного обеспечения гибких производственных ячеек // Объединенный научный журнал. – Москва, 2003. - №5. – С. 90-92.
5. Дильман А.М. Анализ возможности применения SCADA-системы для управления гибкими производственными ячейками // Объединенный научный журнал. – Москва, 2003. - №5. – С. 93-96.
6. Дильман А.М. «Повышение эффективности функционирования промышленного оборудования за счет применения информационной системы для ЧПУ» // Автоматизация в промышленности. – Москва, 2006. - №11. – С. 9-10.