

Г. М. Мартинов, д-р техн. наук, проф.,

Р. А. Нежметдинов, канд. техн. наук, доц.,

neramil@gmail.com,

МГТУ "Станкин",

С. В. Соколов, канд. техн. наук, мл. науч. сотр.,

Государственный Инжинирингового Центра МГТУ

"Станкин"

Способ построения инструментария систем мониторинга и настройки параметров мехатронного технологического оборудования на основе специализированных программных средств*

Предложен способ построения инструментария мониторинга и настройки параметров мехатронного технологического оборудования, базирующийся на внедрении специализированных программных компонентов в структуру системы управления. Проанализированы требования, предъявляемые к современным системам мониторинга и настройки параметров, на основе данного анализа получена матрица формирования характеристик и функциональности компонентов, применяемая на этапе проектирования систем управления. Изложен механизм сетевого взаимодействия между агентом мониторинга и настройки параметров и терминальной частью системы. Приведен пример практической реализации инструментария мониторинга и настройки параметров в системе управления промышленным роботом серии TUP.

Ключевые слова: мониторинг и настройка параметров, промышленный робот, система ЧПУ, мехатронное оборудование

Введение

Решение задач автоматизации нередко осуществляется на базе использования мехатронного оборудования различных производителей, которое, с одной стороны, решает поставленные задачи, но, с другой стороны, порождает проблему интеграции этих данных разнородных систем в рамках единого информационного окружения предприятия [1].

Построение системы мониторинга и настройки параметров мехатронного оборудования для представления множества числовых параметров системы необходимо для обеспечения качественного выполнения технологического процесса и снижения времени наладки и ввода оборудования в эксплуатацию.

Ведущие производители систем управления мехатронным оборудованием предоставляют собственные инструментальные среды для создания приложений мониторинга и настройки параметров. Эти

среды достаточно сложны, несовместимы между собой и не предусматривают возможность работы с оборудованием сторонних производителей.

Формирование требований к системам мониторинга и настройки параметров

Исторически сложилось, что процессы мониторинга и настройки параметров мехатронного оборудования рассматривали как отдельные виды производственной деятельности, практически не зависимые друг от друга, и для них разрабатывались отдельные программные продукты [2]. В ходе исследования выявлено, что процесс настройки параметров мехатронной системы является итеративным и тесно связан с данными, получаемыми от системы мониторинга. Система мониторинга в процессе настройки выступает в качестве обратной связи, позволяющей оценивать процессы, происходящие в мехатронной системе, и корректировать параметры настройки вплоть до достижения необходимых технических характеристик.

В результате проведенного анализа выявлены две группы проблем, не решенных на настоящий момент: первая относится к ядру системы управления, вторая — к терминальной части, где располагаются прикладные приложения мониторинга и настройки (рис. 1).

Вследствие отсутствия стандарта каждый производитель создает собственные системы мониторинга и настройки параметров для конкретного типа мехатронного оборудования. Эти системы тесно интегрированы с программным комплексом производителя и не обладают автономностью и переносимостью для работы с мехатронным оборудованием других производителей [4].

Независимо от существующих тенденций и способа реализации к системам мониторинга и настройки параметров предъявляют вполне определенный набор требований:

- открытость для использования с системами управления мехатронным оборудованием сторонних производителей;
- возможность работы со стандартными промышленными шинами для передачи данных (Profibus, CANopen, ProfiNet, DeviceNet и др.);
- возможность распределенного функционирования в составе комплексного решения автоматизации.

При всем многообразии предлагаемых на рынке решений в области систем мониторинга и настройки параметров они располагают ограниченной открытостью, что вызывает затруднения при их выборе и не позволяет четко обрисовать возможности, которые предлагает то или иное решение. Этим объясняется тот факт, что потребители чаще всего используют только базовые возможности оборудования, а дорогостоящие функциональности остаются незадействованными [3, 8].

* Работа выполнена по Госконтрактам № П978 и П1368 на проведение НИР в рамках ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009–2013 годы.

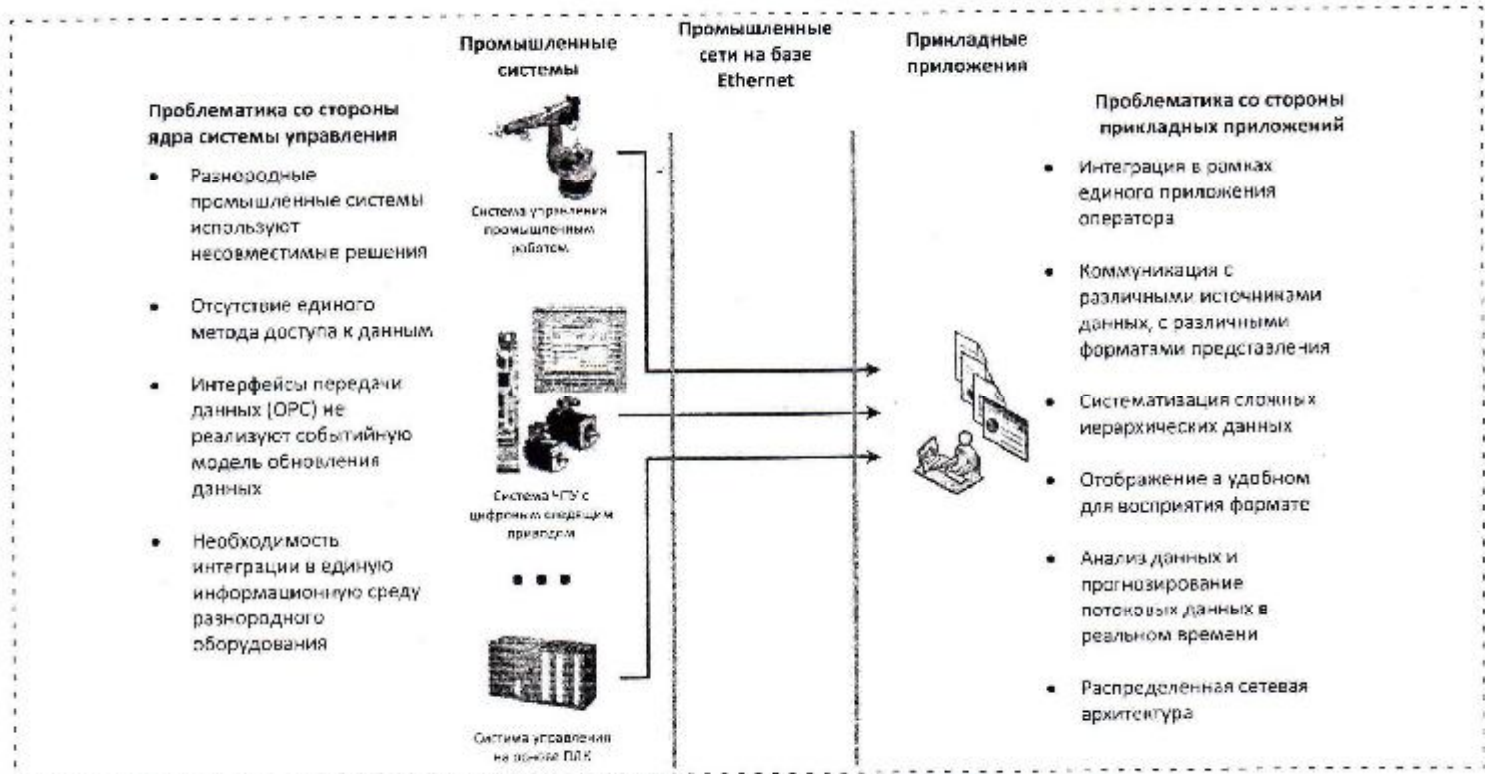


Рис. 1. Проблема реализации задач мониторинга и настройки параметров в промышленных системах

Анализ подсистем мониторинга и настройки параметров в системах управления мехатронным оборудованием ведущих мировых разработчиков (Siemens, Bosch Rexroth, KUKA, 3S и др.) выявил следующие недостатки:

- отсутствует единый подход к систематизации прикладных компонентов систем мониторинга и настройки параметров, что усложняет анализ, проектирование и разработку программных компонентов для расширения ее возможностей;
- не формализован процесс интеграции функциональных компонентов различных производителей в состав системы мониторинга и настройки параметров;
- современные системы мониторинга и настройки не предоставляют возможность гибкого конфигурирования набора программных компонентов для создания проблемно-ориентированных решений и настройки под задачи конкретного пользователя.

Анализ позволил выделить потребность объединения разработок и создания единого информационного пространства для проектов промышленной автоматизации. В рамках подобных проектов предусматриваются единые механизмы реализации систем мониторинга и визуализации технологических параметров для мехатронного оборудования разных производителей.

В результате исследования было определено, что наиболее перспективным является способ построения системы мониторинга и настройки параметров в виде открытой модульной системы на основе интеграции специализированных программных компонентов как собственной разработки, так и сторонних производителей.

Выявление компонентов инструментария

В системе мониторинга и настройки условно выделены две основные части — агент системы и ее терминальная часть.

Агент мониторинга и настройки взаимодействует с источниками данных внутри ядра системы управления, подключается к базе данных параметров ядра системы управления, считывает или записывает значения параметров и структуры их хранения. После первичной обработки значения параметров должны быть переданы в терминальную часть мониторинга и настройки через доступный канал связи.

Терминальная часть системы мониторинга и настройки через канал связи предоставляет клиентскому приложению сервисы по считыванию структуры параметров системы управления мехатронным оборудованием, чтению и записи значений этих параметров [5].

В процессе реализации были выделены четыре уровня бизнес-логики:

- уровень доступа к данным — отвечает за взаимодействие с разнородными мехатронными устройствами и маскирует специфику работы с ними;
- уровень передачи данных — отвечает за передачу данных и команд;
- уровень представления и хранения данных — отвечает за хранение данных мониторинга и настройки в терминальной части системы и предоставляет интерфейсы для доступа к данным;
- уровень визуализации — отвечает за формирование компонентов отображения и редактирования данных.

		Отображение структуры параметров объекта		Установка значения параметров	Получение значения параметров	Комплексное отображение данных о системе управления	Анализ данных	Временная развертка значения параметров		
Визуализация данных		Компоненты иерархического отображения параметров		Редакторы параметров различного типа	Компоненты визуального отображения данных	Язык описания отображения, компоненты графической визуализации	Механизм вычислений	Компоненты конфигурирования вычислений	Цифровой осциллограф системы управления	
Представление и хранение данных		Формат представления структуры параметров	Хранение данных о структуре параметров	Формирование команды установки значения	Протокол передачи данных, синхронные, асинхронные запросы, подписка на изменение параметров	Распаковка пакетов, обновление данных внутреннего представления		Структура хранения результата	Структура данных хранения результатов измерений	
Передача данных			Передача данных	Передача данных		Передача данных				
Доступ к данным	Первичная обработка	использование данных о структуре параметров	Повышение уровня доступа к данным	Управление считыванием данных, формирование пакетов данных для отправки						Управление, накопление и отправка
	Сбор	Считывание структуры параметров	Запись значения	Чтение текущих значений						

Рис. 2. Матрица формирования характеристик и функциональности компонентов

На основе выделения основных задач, решаемых в рамках системы мониторинга и настройки параметров, построена матрица формирования характеристик и функциональности компонентов (рис. 2) [11], которая позволяет:

- на этапе разработки программного обеспечения формировать функциональные требования к компонентам на каждом уровне бизнес-логики системы;
- определять необходимый набор компонентов визуализации данных для решения задачи мониторинга и настройки в конкретном случае;
- определять набор необходимых для реализации протоколов;
- анализировать набор имеющихся компонентов сторонних производителей и вырабатывать стратегию их интеграции.

В строках матрицы представлены уровни бизнес-логики, определяющие компонентную структуру приложения. В столбцах — основные задачи, решаемые инструментарием. На пересечении выделены основные функциональности, форматы, протоколы и элементы пользовательского интерфейса, которые необходимо реализовать для решения каждой из задач на разных уровнях бизнес-логики.

Анализ матрицы показывает, что решение задач мониторинга и настройки требует реализации сходных функциональностей на разных уровнях бизнес-логики, что определяет базис построения и позволяет выделить набор общих компонентов:

- компонент доступа к источнику данных внутри системы управления;

- компонент первичной обработки данных и управления процессом сбора данных внутри системы управления;
- компонент передачи данных по каналу связи внутри системы управления (серверная часть);
- компонент передачи данных по каналу связи внутри терминального клиента мониторинга и настройки (клиентская часть);
- сервер данных мониторинга и настройки клиентского приложения;
- различные компоненты визуального отображения и ввода данных.

Организация сетевого взаимодействия между агентом мониторинга и настройки и прикладным приложением

Взаимодействие между агентом и терминальной частью системы организовано по клиент-серверному принципу (рис. 3).

Взаимодействие осуществляется через программные модули сетевого взаимодействия, каждый из которых состоит из нескольких уровней [6]:

1) уровень программного интерфейса, предоставляющий интерфейс для работы с модулем;

2) уровень запаковки/распаковки данных, реализующий преобразование данных в формат, пригодный для отправки через среду передачи данных и осуществляющий обратное преобразование;

3) уровень передачи данных, содержащий логику взаимодействия со средой передачи данных, а именно, обеспечивающий установку и поддержание соединений по каналу связи и формирующий пакеты данных в соответствии с форматом адреса-



Рис. 3. Схема организации сетевого взаимодействия

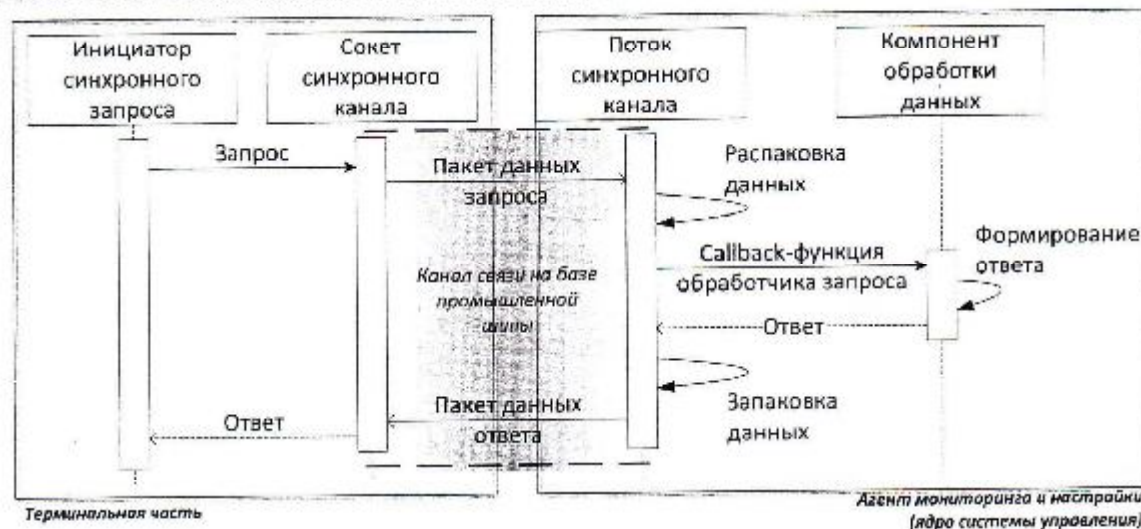


Рис. 4. Диаграмма последовательности общения по синхронному каналу

ции и маршрутизации среды передачи данных. Взаимодействие каждого клиента с сервером осуществляется с использованием двух каналов передачи данных — синхронного и асинхронного. Синхронный канал служит для выполнения запросов клиента к серверу, а асинхронный — для отправки сервером уведомлений клиенту.

Инициатором передачи данных по синхронному каналу является терминальное приложение. Введено максимальное время ответа по синхронному каналу (timeout), в случае превышения которого ожидание ответа прекращается для предотвращения возможных зависаний. Взаимодействие происходит по следующей схеме (рис. 4):

- 1) терминал отправляет запрос, который принимается потоком сервера, обслуживающим синхронный канал и ожидающим поступления новых данных;
- 2) после распаковки данных запроса вызывается функция агента мониторинга и настройки, отвечающая за обработку запросов;
- 3) формируется ответ на поступивший запрос;
- 4) ответ передается в терминальную часть, все это время ожидавшую обработки запроса.

В случае с асинхронным каналом запрос также передается по синхронному каналу. Агент мониторинга и настройки помещает запрос в очередь асинхронных запросов и формирует короткий ответ, информирующий, что запрос принят. Затем поток асинхронного канала на стороне терминальной части постоянно ожидает поступления данных ответа от агента мониторинга и настройки. Когда данные приходят, они передаются на верхний уровень ПО терминальной части [7].

Практические аспекты разработки системы мониторинга и настройки параметров промышленного робота серии TYP

Осуществление мониторинга и настройки параметров в системе управления промышленным роботом серии TYP потребовало разработки языка описания визуального представления параметров (рис. 5). В качестве формата описания визуализации выбран язык XML, являющийся в настоящее время де-факто технологическим стандартом для структурирования данных. Конфигурационные файлы на языке описания XML могут быть созда-

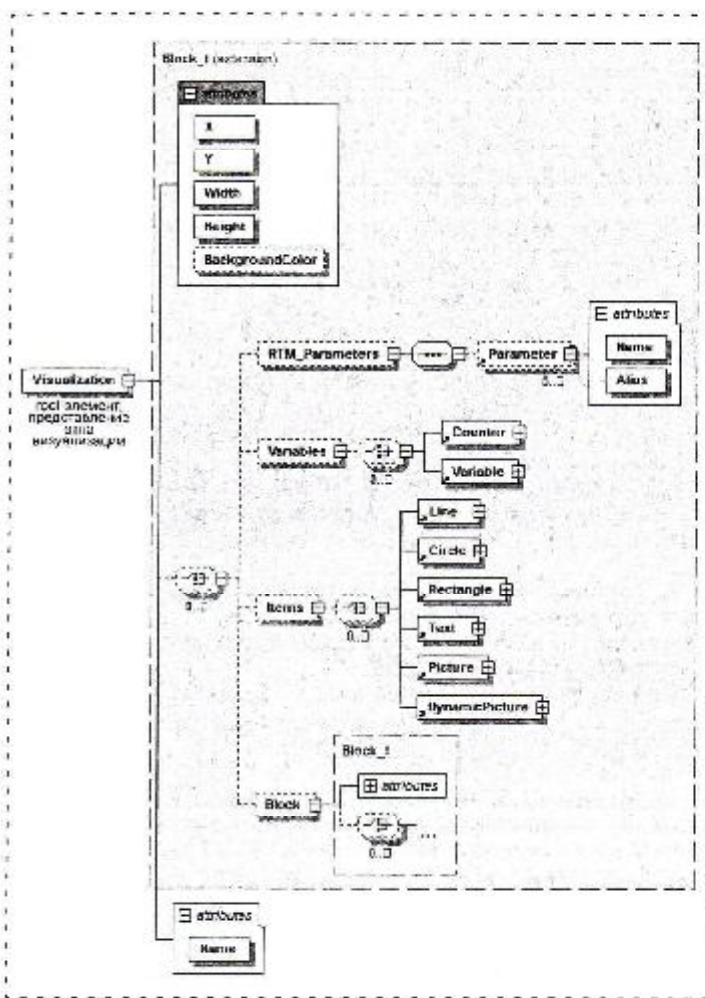


Рис. 5. Схема языка описания отображения

ны и изменены в любом текстовом редакторе или с помощью специализированных редакторов XML [9, 10].

Основной структурной единицей описания визуального интерфейса является блок (тип Block_1). Главное окно визуализации представляет собой блок верхнего уровня. Блочное деление описания окна визуализации позволяет систематизировать элементы управления и обеспечивает возможность повторного использования блоков.

Блок содержит список визуальных элементов (узел Items), в который помещаются примитивы "Окружность", "Линия", "Картинка", "Текст", "Динамический текст" и "Динамическая картинка". Также блок может содержать внутри себя дочерние блоки. Подобная нисходящая схема обеспечивает гибкость при составлении конфигураций окна визуализации. Окно допускает расположение нескольких ранее сконфигурированных блоков, связанных и дополненных статическими и динамическими элементами.

Внутри узла RTM-Parameters (Real Time Machine Parameters) для каждого блока должны быть описаны параметры системы управления, значения которых используются для визуализации. Внутри узла Variables (переменные) задаются вычисляемые выражения и счетчики. Создание экранной анимации обеспечивается заданием параметров графических примитивов, таких как координаты, размер, цвет или изображение для динамических картинок в виде вычисляемых выражений.

Пример соответствия элементов схемы и примитивов экранной формы и структурная схема компонента визуализации данных представлены на рис. 6. Файлы описания визуального интерфейса отображения хранятся на интерфейсном компьютере. Выбранный пользователем файл описания загружается с помощью XML-парсера в DOM-документ. Затем интерпретатор анализирует состав DOM-документа, выделяет внутри него графические элементы и определяет набор необходимых для отображения параметров. Выполняется поиск и сопоставление необходимых для отображения параметров в сервере данных мониторинга и настройки и осуществляется подписка на обновление их значений. Получив значения параметров, интерпретатор выводит на экран визуальное представление этих параметров.

На рис. 7 (см. вторую сторону обложки) представлена практическая реализация инструментария мониторинга и настройки в системе управления промышленным роботом серии "TYP".

В диагностическом режиме на экране системы управления роботом отображается компонент графической визуализации параметров и цифровой осциллограф, представляющий временную развертку сигналов. Слева от осциллографа расположены компоненты управления, с помощью которых определяются измеряемые сигналы и настраивается их графическое представление и параметры отображения. Справа расположено окно графической визуализации параметров, на котором представлены: статическое отображение управляемого объек-

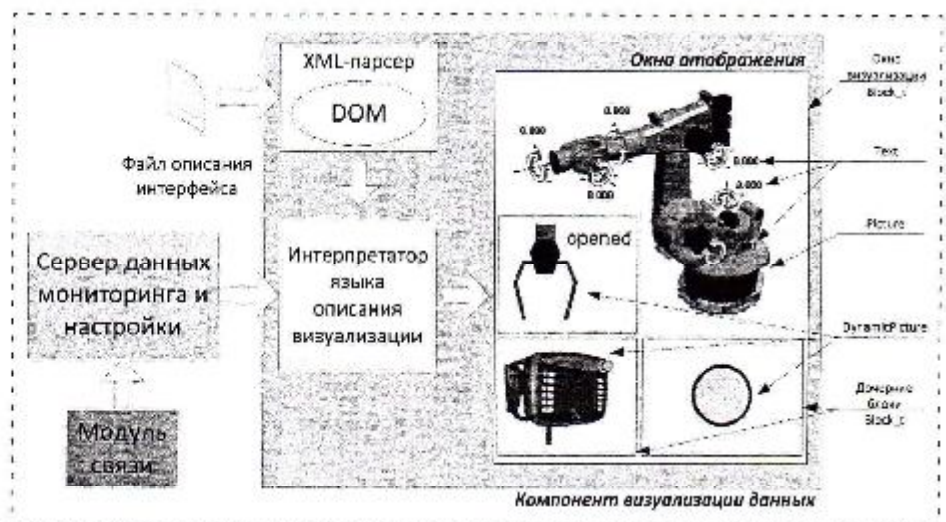


Рис. 6. Структурная схема компонента графической визуализации данных

та (робот), значения координат осей с выделением активной оси, состояние схвата робота и пульта ручного управления, а также направление движения активной оси.

Заключение

Предложенный способ построения инструментария мониторинга и настройки параметров мехатронных устройств базируется на внедрении специализированных программных компонентов в структуру системы управления. Проведенный анализ требований, предъявляемых к современным системам мониторинга и настройки параметров, позволил получить матрицу формирования характеристик и функциональности компонентов, применяемую на этапе проектирования систем управления. Работоспособность предложенных идей продемонстрирована на примере практической реализации мониторинга и настройки параметров в системе управления промышленным роботом серии TUP.

Список литературы

1. **Мартинов Г. М., Козак Н. В.** Декомпозиция и синтез программных компонентов электроавтоматики // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. № 12. С. 4–11.
2. **Григорьев С. Н., Мартинов Г. М.** Концепция построения базовой системы числового программного управления мехатронными объектами // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2011. № 2. С. 21–27.

3. **Мартинов Г. М., Мартинова Л. И., Козак Н. В., Нежметдинов Р. А., Пушков Р. Л.** Принципы построения распределенной системы ЧПУ технологическими машинами с использованием открытой модульной архитектуры // Справочник. Инженерный журнал. 2011. № 12.
4. **Григорьев С. Н., Андреев А. Г., Мартинов Г. М.** Перспективы развития кроссплатформенных компьютерных систем числового программного управления высокотехнологичного оборудования // Автоматизация в промышленности. 2011. № 5 С. 3–8.
5. **Мартинов Г. М., Козак Н. В., Нежметдинов Р. А., Пушков Р. Л.** Принцип построения распределенной системы ЧПУ с открытой модульной архитектурой // Вестник МГТУ "Станкин". 2010. № 4 (12). С. 116–122.
6. **Мартинов Г. М., Трофимов Е. С.** Модульная компоновка и построение прикладных приложений диагностики систем управления // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008. № 7. С. 44–50.
7. **Соколов С. В.** Специфика реализации мониторинга технологических параметров в системе управления мехатронным оборудованием // Вестник МГТУ "Станкин". 2011. № 4 (17) С. 89–92.
8. **Григорьев С. Н.** Научно-технические проблемы построения современных технологических систем с числовым программным управлением // Мехатроника, автоматизация, управление. 2011. № 4. С. 19–26.
9. **Нежметдинов Р. А., Соколов С. В., Обухов А. И., Григорьев А. С.** Расширение функциональных возможностей систем ЧПУ для управления механо-лазерной обработкой // Автоматизация в промышленности. 2011. № 5. С. 49–53.
10. **Мартинова Л. И., Козак Н. В., Нежметдинов Р. А., Пушков Р. Л.** Реализация открытости управления электроавтоматикой станков в системе ЧПУ класса PCNC // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2011. № 2. С. 11–16.
11. **Добровольский А.** Интеграция приложений: методы взаимодействия, топология, инструменты. Открытые системы. 2006 № 9.
12. **Катпель Д.** Виртуальные приборы // Control Engineering Россия. 2006. № 6.



Третья межотраслевая конференция "АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА — 2012"

г. Москва, 27 ноября 2012 г., ГК "ИЗМАЙЛОВО"



27 ноября 2012 г. в ГК "ИЗМАЙЛОВО" (г. Москва) состоится
Третья Межотраслевая конференция "АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА—2012",

посвященная демонстрации новейших разработок для автоматизации предприятий энергетики, металлургии, нефтегазовой и цементной промышленности, современных информационных технологий, IT, АСУ ТП, ERP, MES-систем, систем мониторинга и контрольно-измерительной техники

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

- ◆ Актуальные задачи автоматизации в промышленности
- ◆ IT-инфраструктура современного промышленного предприятия
- ◆ Современные информационные технологии для повышения уровня эффективности, экономичности и промышленной безопасности промышленных предприятий
- ◆ Информационно-управляющие системы промышленной автоматизации (АСУ ТП, АСОДУ, ERP, MES-системы и др.)
- ◆ IT для повышения безопасности и эффективности технологических процессов
- ◆ Практический опыт внедрения информационных систем на предприятиях нефтегазовой отрасли, энергетики и металлургии
- ◆ Современные подходы к построению автоматизированных систем управления технологическими процессами.
- ◆ Технология и технические средства систем производственного контроля и мониторинга
- ◆ Последние достижения в области контрольно-измерительной техники
- ◆ Новейшие типы газоанализаторов, расходомеров, спектрометров, средств мониторинга, контроля и учета, различные типы датчиков
- ◆ Автоматизация измерений и испытаний
- ◆ Средства поддержки проектирования

Сайт конференции: www.intecheco.ru