

DMG MORI Systems — комплексные решения для высокой производительности

В век распространения концепции Industry 4.0 значение автоматизации производственных процессов быстро возрастает. В то же время соединение виртуального и реального производственных миров требует обеспечения постоянной связи между оборудованием, системами и компонентами. Создание проектов под ключ реализуется за счет комплексного подхода, объединяющего области технологий производства,

оборудования (станков, автоматики и периферийного оборудования), автоматизации и системотехники. DMG MORI Systems предлагает целый спектр услуг от одного поставщика в области технологии, обрабатывающего оборудования и решений по автоматизации для серийного и массового производства (рис. 4).

Разнообразие предлагаемых услуг в сфере технологий и автоматизации производства основано на уникальном опыте DMG MORI совместно с DMG MORI Systems GmbH.

Контактный телефон (495) 225-49-60.
www.dmgmori.com

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ ЧПУ «АКСИОМА КОНТРОЛ» ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ В НЕЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Г.М. Мартинов, П.А. Никищечкин, А.С. Григорьев, Н.Ю. Червоннова (ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»)

Обоснована необходимость повышения уровня открытости современной системы ЧПУ для реализации возможностей интеграции в нее новых технологий и решений. Предложена организация дополнительного, многоцелевого канала взаимодействия терминальной части и ядра системы ЧПУ, позволяющего реализовать взаимодействие между собой дополнительных программно-аппаратных решений. Рассмотрены практические возможности применения предложенных механизмов на примере двух программно-аппаратных решений, интегрированных в состав системы ЧПУ «АксиОМА Контрол».

Ключевые слова: ЧПУ, открытость, взаимодействие компонентов, многоцелевой канал, неспецифицированный формат данных.

На сегодняшний день любая современная система ЧПУ представляет собой сложное устройство, принадлежащее к изделиям двойного назначения и позволяющее решать задачи управления технологическим оборудованием для производства как бытовых изделий, так и продукции для оборонно-промышленного комплекса (ОПК). Было выявлено, что большинство зарубежных и отечественных производителей систем ЧПУ практически полностью ограничивают доступ станкостроителям и конечным пользователям к ядру системы и не позволяют изменять ее базовый функционал. Проведенный анализ систем ЧПУ от различных производителей на предмет открытости выявил следующие проблемы:

- отсутствие единого подхода к разработке и интеграции в систему ЧПУ сторонних программно-аппаратных решений;
- закрытость архитектуры или сильно ограниченные интеграционные возможности, позволяющие перенастраивать лишь терминальную часть системы;
- необходимость внесения изменений в архитектуру ПО большинства систем ЧПУ для интеграции сторонних решений, что усложняет процесс масштабирования системы или делает его невозможным;
- необходимость приобретения дорогостоящей лицензии для расширения функциональных возможностей современных систем ЧПУ.

В то же время необходимость расширения функциональных возможностей систем ЧПУ обусловлена

потребностями современных высокотехнологичных производств, стремлением расширить спектр технологических задач и повысить привлекательность самой системы управления. Станкостроители и конечные пользователи систем ЧПУ заинтересованы в использовании собственных специализированных программных продуктов и продуктов сторонних производителей совместно с базовым ПО, предоставляемым производителем систем управления. Среди них можно выделить системы, решающие следующие задачи: динамическая балансировка шпинделя, диагностика износа режущего инструмента, контроль производительности станка, сетевая интеграция, компьютерная поддержка проектирования CAD/CAM, разработка и отладка программ для ПЛК и др. [1].

При необходимости использовать совместно с системой ЧПУ любого дополнительного модуля или решения важной задачи является не только его интеграция в состав ПО системы ЧПУ, а также и организация его взаимодействия с основными компонентами системы ЧПУ и другими интегрированными решениями сторонних производителей.

Организация многоцелевого канала взаимодействия основных компонентов системы ЧПУ

Архитектура любой современной системы ЧПУ предполагает наличие таких основных компонентов, как терминальная часть, функционирующая в машинном времени, и ядро системы, работающее в ре-

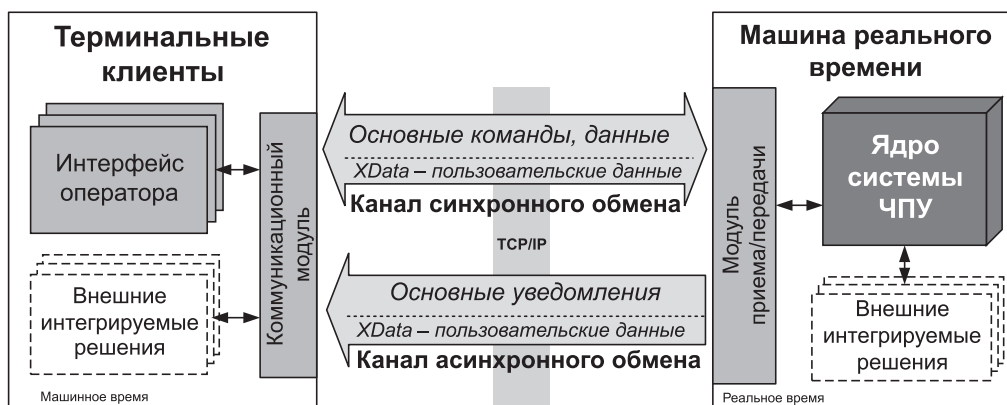


Рис. 1. Структура взаимодействия основных компонентов системы ЧПУ

жиге РВ (RT) и осуществляющее математические вычисления, управление процессами формообразования и технологическим оборудованием. Взаимодействие между терминальной частью и ядром системы ЧПУ может быть реализовано с помощью двух каналов взаимодействия: синхронного и асинхронного, отличающихся направлением передачи данных и наличием ответных пакетов (рис. 1) [2].

Совокупность данных каналов обмена позволяет клиентам осуществлять запросы к ядру для получения определенной информации о проходящих процессах и подписываться на некоторые события, что позволяет получать уведомления обо всех изменениях в работе системы [2–4].

Спецификой передачи пакетов данных в системах ЧПУ является требование гарантированной доставки команд и сообщений для сведения к минимуму ошибок и аварийных ситуаций. Это реализуется путем введения и использования жестко специфицированных пакетов данных, определенных заранее как в ядре, так и в терминальной части. Также в основных компонентах системы управления заранее определяются идентичные объекты данных с единым описанием констант, идентификаторов, отвечающих за состояния и т.д. Подобная концепция позволит гарантированно обмениваться основной информацией между клиентами и ядром для работы системы ЧПУ [3,5,6].

Однако при решении задач расширения функциональных возможностей системы ЧПУ и интеграции в нее новых программно-аппаратных решений требуется организовывать передачу дополнительных данных между интегрируемыми терминальными и решениями РВ. Создание для каждой из интегрируемых подсистем своей спецификации передачи данных значительно усложняет интеграцию компонентов в систему ЧПУ и их взаимодействие с ядром, а значит, вносит трудности при расширении функциональных возможностей системы ЧПУ, связанные с обменом данными [4].

Рассмотрим подход организации многоцелевого канала передачи пакетов с неспецифицированным форматом данных XData. Понятие неспецифицированного формата данных предполагает отсутствие требований

к жесткой спецификации всей структуры пакета данных. Информация о том, для чего предназначены передаваемые данные, хранится непосредственно в пакете данных в виде специального идентификатора, назначаемого каждому интегрированному компоненту или решению.

Передаваемый пакет данных состоит из системного заголовка, стандартного заголовка ЧПУ, идентификатора

получателя данных, объема данных в байтах и непосредственно передаваемых данных. Идентификатор канала определяет, для какого интегрированного решения или компонента предназначен передаваемый пакет данных. Далее записывается длина сегментных данных, после чего располагается сам блок данных, имеющий специфичный формат для каждого приложения (рис. 2). Это позволяет реализовывать передачу разнородной информации для интегрируемых подсистем и модулей, что позволяет говорить о нем как о многоцелевом канале взаимодействия [4].

Предложенная организация многоцелевого канала информационного взаимодействия позволяет добиться того, что при интеграции в ядро системы ЧПУ новых встраиваемых приложений не потребуются никаких дополнительных изменений в пакете данных, поскольку его размер и содержание для каждого из приложений произвольны и указываются внутри пакета. Таким образом, может быть реализована возможность передавать данные для различных интегрируемых подсистем и модулей, что повышает открытость архитектуры системы, позволяет формализовать и сделать универсальным процесс взаимодействия встраиваемых решений между собой, а также с основными компонентами системы ЧПУ.

Систематизация основных схем интеграции в систему

системный заголовок	заголовок ЧПУ	идентификатор получателя данных	размер пакета данных	данные
---------------------	---------------	---------------------------------	----------------------	--------

Пакетом XData

Рис. 2. Структура пакета, передаваемого через многоцелевой канал XData

ЧПУ сторонних решений

Интеграция терминального решения в интерфейсную часть системы ЧПУ подразумевает разработку нового терминального экрана или режима, функционирующего в составе стандартного ПО терминала

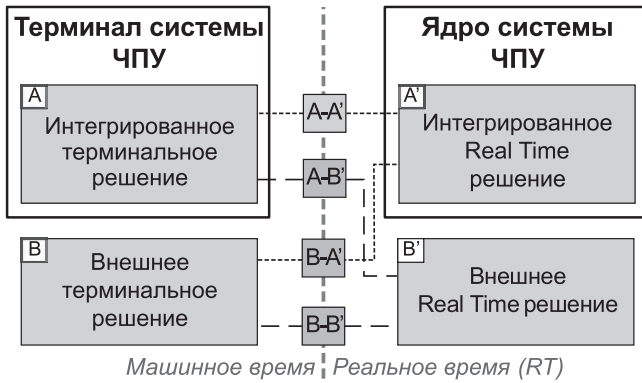


Рис. 3. Основные схемы интеграции сторонних решений в систему ЧПУ

(панели оператора, пульта ручного управления), либо разработку стороннего приложения, функционирующего как параллельный процесс. Полная интеграция терминального решения может применяться при решении задач визуализации процессов, близких к основным процессам, управляемым системой ЧПУ: формообразование, управление работой ПЛК, управление параметрами обработки и т. д. В тех случаях, когда интегрируемому приложению требуется визуализировать решение каких-либо сторонних или специализированных задач, целесообразнее применять внешние терминальные решения, не связанные со стандартными средствами визуализации работы системы ЧПУ [2, 4].

В ядре системы ЧПУ предусмотрена возможность полной интеграции решения, работающего в режиме РВ, непосредственно в ПО ядра, либо реализацию его работы параллельно с ним. RT-решения интегрируются непосредственно в ядро системы управления в тех случаях, когда их работа связана с работой основных модулей системы ЧПУ: модулей канала, оси, файловой системы, ПЛК. В случаях интеграции дополнительной, сторонней функциональности целесообразнее использовать внешние RT-решения, то есть приложения или библиотеки, функционирующие независимо от ядра системы ЧПУ, но выполняющиеся на одном с ним компьютере. Также реализация внешнего RT-приложения позволяет избежать влияния ошибок и сбоев в интегрируемом приложении на работу ядра системы ЧПУ. Отметим необходимость работы внешнего RT-решения на одной вычислительной машине с ядром системы управления, в отличие от внешних терминальных решений, способных работать на сторонних вычислительных средствах. Это обусловлено тем, что при работе внешних RT-решений на сторонних вычислительных машинах не будет достигнута работа в режиме жесткого РВ при передаче данных от ядра в интегрируемый модуль, а также при передаче в ядро системы команд от интегрируемых подсистем [4, 6].

Таким образом, можно выделить четыре основные схемы интеграции сторонних решений в систему ЧПУ (рис. 3). Определение подходящей схемы интеграции

В сочетании цифр есть безусловная магия, не чувствуют ее лишь люди, начисто лишённые воображения.

Борис Акунин

сторонних решений в систему ЧПУ зависит от архитектуры имеющегося решения и его задач.

Полностью интегрированное в систему ЧПУ решение (А-А') может применяться в основном для доработки и расширения возможностей уже имеющихся режимов работы системы ЧПУ, например, создания средств визуализации процессов формообразования. Если функционирование интегрируемого приложения связано с работой основных модулей ядра системы, то может использоваться частично интегрированное решение с внешним терминальным приложением и интегрированным в ядро RT-решением. Подобным решением может быть, например, программно-реализованный контроллер электроавтоматики, функционирующий в ядре системы ЧПУ, но имеющий внешний терминальный редактор для разработки и отладки управляющих программ для него [4].

Решение системой ЧПУ дополнительных сложных технологических задач, таких как непрерывная диагностика режущего инструмента, может достигаться путем использования схемы частичной интеграции решений, при которой в терминальную часть системы ЧПУ интегрируется новый экран, а в машине РВ интегрируемое приложение функционирует параллельно с ядром. В таком случае визуализация проходящих процессов производится стандартными терминальными средствами, а работа основного управляющего модуля в части РВ происходит независимо от ядра системы ЧПУ и не мешает его работе.

В более редких случаях может применяться схема полностью внешнего решения В-В' для решения дополнительных задач как в терминале, так и в ядре системы.

Интеграция в систему ЧПУ «АксиОМА Контрол» подсистемы диагностики и контроля режущего инструмента

Диагностирование и контроль управляемых процессов обработки и технологического оборудования является важным аспектом любого современного высокотехнологичного производства. Целью диагностирования является поддержание установленного уровня надежности, обеспечение требований безопасности и эффективности использования изделий. Диагностирование износа режущего инструмента позволяет исключить его поломку и уменьшить время на его замену, что приводит к увеличению производительности и повышает надежность работы систем. На станках с системами ЧПУ диагностирование режущего инструмента является актуальной проблемой, поскольку основной процесс обработки производится без непосредственного участия человека.

Большинство имеющихся систем диагностирования состояния режущего инструмента в процессе обработки не поддерживают возможностей по работе в составе системы ЧПУ, а представлены в виде отдельных вычислительных модулей, что не позволяет напрямую производить подналадку процесса обработки во время диагностирования. Интеграция системы диагностирования режущего инструмента в систему ЧПУ позволяет производить оперативное вмешательство в производственный процесс и корректировки отклонений непосредственно при обработке путем передачи управляющих команд в систему ЧПУ. Решение использует метод контроля состояния режущего инструмента, который основан на применении датчиков для измерения параметров обработки, характеризующих состояние режущего инструмента непосредственно при выполнении производственных операций [7, 8].

Процесс интеграции предполагает разделение системы на терминальную часть, функционирующую в машинном времени, и диагностический модуль, работающий в режиме РВ, реализующий диагностические алгоритмы и адаптивное управление процессом обработки посредством взаимодействия с ядром системы. При выборе схемы интеграции учитывались требования управления диагностическим процессом из штатного терминала системы, а также степень возможного влияния RT-модуля на работу ядра системы. Поскольку работа диагностического RT-модуля представляет собой полностью независимый от работы ядра системы процесс, было принято решение его исполнения в виде внешнего RT-модуля. Таким образом, достигается независимость работы ядра системы ЧПУ от RT-модуля подсистемы диагностики, что позволяет обезопасить ядро от зависания или возможных проблем подсистемы диагностики. В тер-

минале системы ЧПУ предполагается создание специального режима для мониторинга и контроля процесса диагностирования, что исключает требование в использовании дополнительных рабочих станций и повышает удобство работы с системой диагностики в процессе работы. Таким образом, оптимальным решением поставленной задачи является частичная интеграция подсистемы диагностики в систему управления в соответствии со схемой интеграции А-В' [4,7].

Структура разрабатываемой подсистемы диагностики (рис. 4) включает внешние устройства, такие как датчики различных типов и устройство обработки сигналов с них, а также систему ЧПУ, в которую производится интеграция подсистемы как в часть РВ, так и в терминальную часть [7, 8].

Подсистема диагностики включает внешний диагностический модуль, функционирующий параллельно с ядром системы ЧПУ, а также встроенный специализированный режим в терминальной части системы, позволяющий визуализировать процессы диагностики режущего инструмента оператору.

Диагностический модуль располагается на одном компьютере с ядром системы ЧПУ, но функционирует в виде отдельного процесса в параллельном с ним режиме. Такое решение позволяет реализовать выполнение диагностических функций в РВ для обеспечения должного уровня реакции на происходящие с режущим инструментом процессы, что очень важно для современного высокотехнологичного производства. Модуль диагностики, обрабатывающий данные с датчиков посредством диагностических алгоритмов, позволяет передавать для исполнения в ядро системы ЧПУ набор команд на подналадку процесса (коррекцию подачи, скорости, позиции инструмента), команды на смену инструмента, а также аварийного останова процесса обработки.

Взаимодействие терминала и ядра ЧПУ производится как с помощью основного, так и многоцелевого каналов взаимодействия. Основной канал взаимодействия используется для передачи стандартизированной информации о работе системы ЧПУ: текущие командные значения координатных осей, информации о значениях подачи, скорости вращения шпинделя, а также их коррекциях [4].

Передача информации о протекающих процессах диагности-



Рис. 4. Структура подсистемы диагностики режущего инструмента, интегрированной в систему ЧПУ «АксиОМА Контроль»

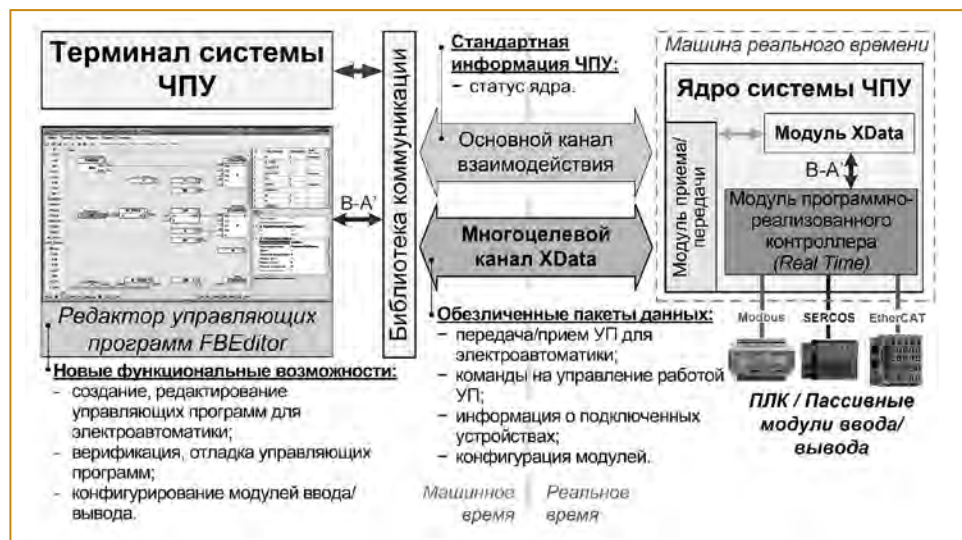


Рис. 5. Структура инструментария разработки и отладки программ для SoftPLC, интегрированного в систему ЧПУ «АксиОМА Контроль»

рования между терминальной частью подсистемы и внешним диагностическим модулем, функционирующим в РВ, производится по многоцелевому каналу XData. Специализированная диагностическая информация включает текущие значения, считанные с датчиков различных типов, для их визуализации в виде графиков в терминальной части, а также команды на работу подсистемы диагностики. Передача пакетов, содержащих считанные с датчиков данные, производится асинхронным методом с заданной частотой. Передача команд на работу диагностического модуля производится синхронным методом передачи.

Интеграция подсистемы диагностики режущего инструмента в систему ЧПУ «АксиОМА Контроль» способствовала расширению ее функциональности и позволила производить непрерывный контроль состояния инструмента, прогнозирование его остаточной стойкости, коррекцию процесса обработки в режиме РВ в зависимости от результатов диагностики, а также визуализировать диагностические процессы оператору [7, 8].

Разработка и интеграция в систему ЧПУ инструментария для программирования и отладки ПЛК

В системах ЧПУ контроллер, как правило, реализуют программным способом (SoftPLC) для решения логической задачи и реализации операций смены инструмента, открытия/закрытия защитного ограждения станка, подачи смазочно-охлаждающей жидкости, работы кнопок панелей оператора и других задач [9].

Работа SoftPLC в составе математического обеспечения системы ЧПУ позволяет отлаживать программы ПЛК непосредственно из системы управления. Таким образом, задача разработки и интеграции в систему ЧПУ модуля программно-реализованного контроллера и среды программирования SoftPLC является актуальной задачей. Для ее решения в системе ЧПУ «АксиОМА Контроль» была выбрана схема

интеграции В-А', то есть частично интегрированное решение (рис. 5) [10].

Основной вычислительный модуль контроллера целесообразнее реализовать полностью интегрированным в ядро системы ЧПУ, поскольку это позволит осуществлять прямое взаимодействие с остальными модулями ядра при работе контроллера. Для создания и отладки управляющих программ контроллера на прикладном уровне реализован редактор управляющих программ на языке функциональных схем (FBD). Разрабатываемый контроллер может

работать как в составе системы ЧПУ, так и в виде самостоятельного продукта, поэтому целесообразнее реализовать редактор управляющих программ в виде автономного приложения, функционирующего независимо от терминальной части системы ЧПУ. Помимо этого, стандартизированный интерфейс терминальной части системы ЧПУ не может предоставить пользователям удобной возможности по созданию управляющих программ для контроллера. В терминальной части системы ЧПУ предусмотрен только режим отладки работы программы, то есть визуализация актуальных значений входов/выходов контроллера [9].

Управление аппаратной частью контроллера (устройствами ввода/вывода) производится через модуль контроллера ЧПУ, функционирующий в режиме РВ в составе ядра системы ЧПУ. Логика работы всех функциональных блоков также хранится в модуле управления контроллером. Перед началом выполнения программы ПЛК, информация о ней и конфигурация подключенного оборудования отправляются в ядро системы из внешнего редактора. Модуль контроллера, в свою очередь, производит расчет входных/выходных значений блоков и формирует сигналы на устройства ввода/вывода через специализированные драйверы.

Передача данных между редактором управляющих программ и модулем программно-реализованного контроллера, функционирующего в составе ядра системы ЧПУ, реализована через многоцелевой канал взаимодействия XData. Для работы программы ПЛК в ядре системы, необходимо передать непосредственно все используемые в программе объекты, такие как функциональные блоки, объекты входов/выходов, связи, пользовательские блоки. Помимо этого, требуется производить передачу специализированных команд на запуск/паузу/останов работы программы.

Интеграция в систему ЧПУ программно-реализованного контроллера способствует снижению затрат при решении логической задачи управления путем исключения требований приобретения дорогостоящих аппаратных ПЛК и позволяет повысить надежность работы оборудования путем прямого взаимодействия контроллера с ядром системы ЧПУ [4,10].

Заключение

Анализ архитектурных решений систем ЧПУ выявил, что в настоящее время отсутствует универсальный систематизированный подход, позволяющий станкостроителю и конечному пользователю расширять функциональные возможности системы ЧПУ для реализации новых технологий, которые в настоящее время активно внедряются в производство.

Предложен универсальный подход к интеграции в систему ЧПУ сторонних и собственных решений и организации их взаимодействия в системе ЧПУ. Реализованный многоцелевой канал взаимодействия позволяет расширять функциональные возможности системы ЧПУ путем интеграции в нее сторонних и собственных разработанных решений в соответствии с предъявляемыми требованиями надежности, быстродействия работы и архитектурными особенностями их построения.

Разработанные механизмы нашли практическое применение при создании и интеграции в систему ЧПУ «АксиОМА Контрол» подсистемы диагностики режущего инструмента и инструментария для создания и отладки управляющих программ для программно-реализованного контроллера, что подтверждает универсальность разработанных механизмов.

Список литературы

1. Григорьев С.Н., Мартинов Г.М. Проблемы, тенденции и перспективы развития систем ЧПУ технологических

систем и комплексов // Автоматизация в промышленности. 2013. № 5. С. 4-7.

2. Martinov G.M., Obuhov A.I., Martinova L.I., Grigoriev A.S. An Approach to Building Specialized CNC Systems for Non-traditional Processes // 6th CIRP International Conference on High Performance Cutting, HPC2014. Vol. 14. 2014. p. 511-516.
3. Мартинов Г.М., Мартинова Л.И. Формирование базовой вычислительной платформы ЧПУ для построения специализированных систем управления // Вестник МГТУ "Станкин". 2014. №1(24). С. 92-97.
4. Никишечкин П.А. Повышение уровня открытости системы управления путем организации многоцелевого канала взаимодействия ее основных компонентов // Вестник МГТУ "Станкин". 2014. №4. С. 161-164.
5. Grigoriev S.N., Martinov G.M. Scalable open cross-platform kernel of PCNC system for multi-axis machine tool // Procedia CIRP 1 (2012). p.p. 238 -243.
6. Мартинов Г.М., Мартинова Л.И., Козак Н.В. и др. Принципы построения распределенной системы ЧПУ технологическими машинами с использованием открытой модульной архитектуры // Справочник. Инженерный журнал. №12. 2011.
7. Григорьев А.С. Инструментарий системы ЧПУ для диагностики и прогнозирования износа режущего инструмента в реальном времени при токарной обработке // Вестник МГТУ «Станкин». 2012. №1. С. 74-79.
8. Мартинова Л.И., Григорьев А.С., Соколов С.В. Диагностика и прогноз износа режущего инструмента в процессе обработки на станках с ЧПУ // Автоматизация в промышленности. 2010. №5. С. 46-50.
9. Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А., Никишечкин П.А. Специфика построения редактора управляющих программ электроавтоматики стандарта МЭК 61131 // Вестник МГТУ «Станкин». 2014. № 4 (31). С. 127-132.
10. Нежметдинов Р.А., Кулиев А.У., Николушкин А.Ю., Червонова Н.Ю. Управление электроавтоматикой токарный и токарно-фрезерных станков на базе SoftPLC//Автоматизация в промышленности. 2014. № 4. с. 49-51.

Мартинов Георгий Мартинович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, Григорьев Антон Сергеевич – канд. техн. наук, мл. научный сотрудник,

Никишечкин Петр Анатольевич – преподаватель, Червонова Надежда Юрьевна – преподаватель кафедры «Компьютерные системы управления» ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН».

Контактный телефон (499) 972-94-40.

E-mail: pnikishechkin@gmail.com

Новая версия программы для моделирования QForm V8

Компания КванторФорм (Россия) на выставке "Металлообработка 2015" в Москве продемонстрирует новую версию программы QForm V8 - современный программный комплекс для моделирования процессов обработки металлов давлением. Совмещая интуитивно понятный интерфейс, а также передовые алгоритмы, адаптированные для решения задач обработки металлов давлением, программа является оптимальной в использовании как для целей снижения

затрат производства на заводах, так и для научно-исследовательских работ. Программа позволяет быстро и точно моделировать все виды процессов формоизменения материала, включает адаптивную автоматизированную систему генерации сетки конечных элементов, вязко-пластическую и упруго-вязко-пластическую модель, упруго-пластический расчет, анализ остаточных напряжений в температурных задачах, пользовательские функции и т.д.

<http://www.qform3d.ru>

Компания «Стан-Самара» продемонстрирует работу координатного многоцелевого станка

На стенде ЗАО «Стан-Самара» (Россия) будет показан в действии координатный многоцелевой станок особо высокой точности СКР 400 с управлением от УЧПУ. Кроме того,

компания привезет на выставку модельный ряд делительных столов особо высокой точности с цифровой индикацией и управлением от УЧПУ.

<http://www.stan-samara.ru>