



## Распределенная сетевая система числового программного управления (СЧПУ) с применением компьютера

В России и странах ближнего зарубежья в станкостроении сложилась ситуация, когда новое оборудование практически не производится. Кроме того, наблюдается практически полное отсутствие специалистов для работы с современными станками, которые могли бы проводить их модернизацию и обновление.

Острая нехватка квалифицированного персонала заставляет максимально автоматизировать производство. Автоматизация производственного процесса значительно уменьшает процент брака и увеличивает производительность труда. Единственный недостаток — это значительные разовые капиталовложения в оборудование, но оно сравнительно быстро себя окупает за счет повышения производительности и качества выпускаемой продукции, уменьшения расходов на зарплату рабочих, на покупку нового инструмента (так как система управления совместно с программным обеспечением может реализовать экономичные режимы резания) и т.д.

**СЧПУ с применением компьютера.** Наиболее гибкий из способов автоматизации — применение станков с системами числового программного управления (СЧПУ). Среди СЧПУ наиболее перспективная — с применением компьютеров. Именно СЧПУ с применением компьютеров обеспечивают высокую гибкость, легкость и удобство разработки программного обеспечения (ПО) и использования таких СЧПУ, вследствие чего значительно уменьшаются расходы на разработку, использование и модернизацию СЧПУ, а также на обучение персонала для работы с СЧПУ. Кроме того, СЧПУ, построенные с использованием компьютеров, предоставляют возможности, которые чрезвычайно сложно, а часто и просто невозможно реализовать с СЧПУ, построенных без использования компьютеров.

Например, существует много сетевых возможностей, которые недоступны ни в одной СЧПУ, построенной без использования компьютеров. Существует возможность использовать виртуальные станки, которые существуют только "внутри" СЧПУ. Они используются в основном для отладки программ. С виртуальными станками можно делать все, что и с реальным станком, не боясь при этом что-либо испортить. Есть также много других возможностей, отсутствующих в обычных СЧПУ.

Кроме значительного уменьшения процента брака (это дает уменьшение расхода материалов,

заработной платы и электроэнергии на то же количество годных изделий) и увеличения производительности труда становится возможным выпуск на порядок более сложной продукции. В то же время обучение персонала работе на станке с СЧПУ с применением компьютеров довольно быстрое. От рабочего не требуется знание станка и режимов резания в той степени, в которой это требуется для работы на станке с ручным управлением, так как персональный компьютер предлагает их рабочему сам. Знание компьютера на глубоком уровне также не требуется.

Перечисленные выше факторы способствуют уменьшению затрат на производство деталей, а значит и уменьшают их себестоимость. К сожалению, у нас в стране таких систем пока мало, и их приходится приобретать за рубежом.

**Примечание.** СЧПУ (аппаратно и программно) и электрооборудование должны полностью обновляться, по меньшей мере, каждые 5–6 лет (это крайний срок, через который СЧПУ и электрооборудование можно утилизировать). Предпочтительнее же обновлять систему управления через 3–4 года. Такой короткий срок жизни СЧПУ определяется стремительным развитием области информационных технологий (как сферы программного, так и аппаратного обеспечения). Это, в свою очередь, приводит к тому, что старое аппаратное обеспечение очень сложно поддерживать и обновлять (элементы, вышедшие из строя, нечем заменить или они стоят очень дорого, так как уже сняты с производства; старое аппаратное обеспечение не поддерживается новым программным обеспечением; носители информации, применяемые в данной системе, уже не удовлетворяют все возрастающие потребности в хранении информации и т.д.). Кроме того, новое программное обеспечение требует больших вычислительных ресурсов, потребность в которых часто в полной мере может быть удовлетворена только установкой следующего поколения компьютеров.

**Распределенная СЧПУ.** Компания ООО "Станкоцентр" (г. Москва) разработала распределенную расширяемую СЧПУ.

Распределенная СЧПУ состоит из нескольких управляющих модулей и одного серверного (координирующего) модуля (рис. 1, см. 3-ю стр. обложки).

Управляющие модули реализованы на базе привода. Кроме функций управления приводом (контур тока, контур скорости) добавлены функции СЧПУ (контур слежения по положению). Таким образом, управляющие модули представляют собой

**К статье А.П. Рыбалко, В.И. Кокарева, С.А. Рыбалко  
 "РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СЕТЕВАЯ СИСТЕМА ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
 (СЧПУ) С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРА"**

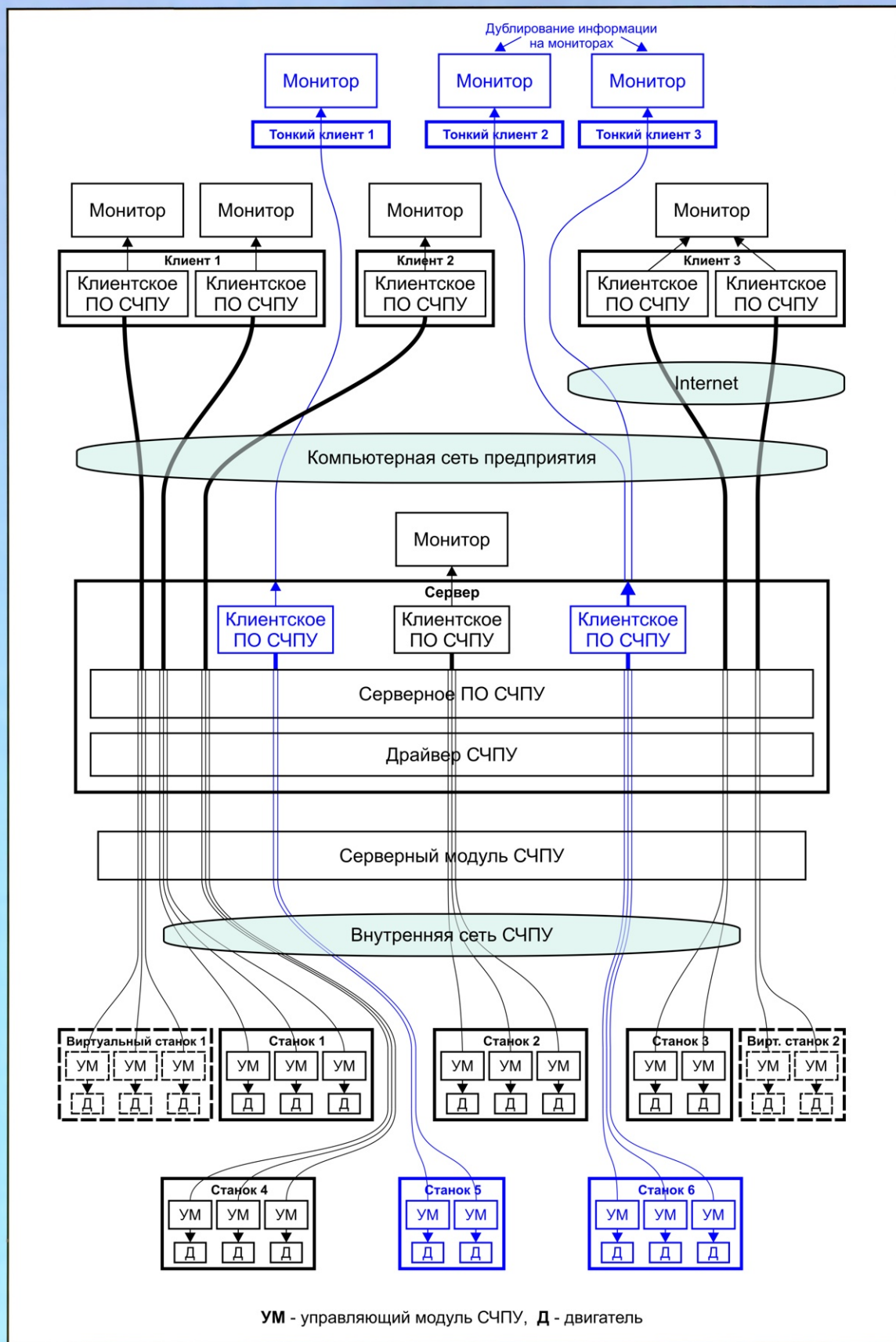


Рис. 1. Схема распределенной сетевой СЧПУ на базе компьютера  
 (виртуальные станки показаны штриховой линией)



полнофункциональные однокоординатные СЧПУ, реализованные на DSP-процессоре фирмы Texas Instruments. Объединение трех контуров управления на одном процессоре позволяет реализовать адаптивные алгоритмы управления, которые невозможно реализовать при другой структуре СЧПУ. Управляющие модули могут быть как самостоятельными однокоординатными СЧПУ, так и объединенными через сеть с серверным модулем для создания единой многокоординатной СЧПУ.

Серверный модуль координирует работу всех управляющих модулей. Он реализован на более мощном процессоре Texas Instruments производительностью 2 GFLOPS и связан с компьютером через любой современный интерфейс ПК (на сегодняшний день в качестве связующего интерфейса планируется использовать Ethernet 10/100/1000, USB 1.1/2.0, Firewire). Серверный модуль разбивает задачу, полученную от компьютера, на подзадачи, каждая из которых выполняется соответствующим управляющим модулем. При выполнении задания серверный модуль синхронизирует работу управляющих модулей, чтобы одни модули не отставали в реализации задачи от остальных, а другие — не опережали. Дополнительный серверный модуль в реальном времени собирает всю необходимую диагностическую (и любую другую) информацию с управляющих модулей как для своих внутренних целей, так и для обработки пользовательским ПО компьютера.

Объединение функций привода и СЧПУ в одном устройстве позволяет так разделить задачу управления между управляющими и серверным модулями, что большая часть вычислений приходится на управляющие модули, поэтому один серверный модуль может контролировать большое количество управляющих модулей. В результате вычислительная мощность системы может хорошо наращиваться за счет управляющих модулей при неизменной вычислительной мощности серверного модуля.

Серверный модуль превращает однокоординатные СЧПУ в многокоординатную. При этом максимальное число координат получившейся многокоординатной СЧПУ определяется производительностью главного процессора серверного модуля. Таким образом, число координат такой СЧПУ может быть увеличено (или уменьшено) в зависимости от меняющихся потребностей заказчика. Кроме того, потребитель получает ровно такую СЧПУ, которая может удовлетворить его текущие потребности, не думая о "запасе на будущее". Если потребуются, он всегда может расширить используемую СЧПУ дополнительными управляющими модулями. Таким образом, затраты на покупку и дальнейшую модернизацию СЧПУ минимизируются.

Серверный модуль объединяется с управляющими модулями посредством внутренней быстро-

действующей сети, в роли которой может выступать любая (в зависимости от конкретной реализации) промышленная сеть, например, Ethernet со скоростями от 10 Мбит/с и выше. В зависимости от типа сети управляющие модули могут быть удалены на значительные расстояния от серверного модуля. Например, для стандартного Ethernet 100 Мбит/с без использования повторителей это расстояние не должно превышать 100 м. С повторителями оно может быть увеличено в несколько раз, а при использовании оптоволокна достигать нескольких километров.

Серверный модуль и/или несколько управляющих объединены на одной плате (а при достаточных ресурсах используемой управляющей микросхемы — в одной микросхеме), в результате чего создана компактная СЧПУ с возможностью расширения при помощи дополнительных управляющих модулей.

#### **Сетевые возможности распределенной СЧПУ.**

Число координат разрабатываемой СЧПУ ограничено только мощностью процессора серверного модуля, а управляющие модули могут быть удалены от серверного на большие расстояния, при этом одна СЧПУ может управлять несколькими станками. В общем случае с каждого рабочего места можно управлять несколькими станками, в том числе виртуальными. Это особенно актуально в случаях производства сложных деталей, когда на обработку одной заготовки может уходить несколько часов или даже дней. Предусмотрена возможность, когда с каждого рабочего места можно управлять одним станком, но, как правило, с каждого рабочего места происходит управление по крайней мере двумя станками — реальным и виртуальным.

Серверный модуль соединен с компьютером сервером СЧПУ, на котором устанавливается драйвер для этой СЧПУ, с которым взаимодействует серверная часть ПО управления оборудованием (например, металлорежущими станками). К одному серверу может быть подключено несколько СЧПУ, для каждой из которых устанавливаются и настраиваются драйвер и серверное ПО.

Сервер подключается к компьютерной сети предприятия, к которой также подключены компьютеры-клиенты, называемые еще терминалами. С каждого терминала оператор осуществляет управление одним (или более) станком. На каждом таком компьютере устанавливается специально настроенное для работы с конкретным оборудованием клиентское ПО, взаимодействующее по компьютерной сети с серверным ПО, установленным на сервере. По сути, компьютеры-клиенты лишь отображают информацию и принимают данные от оператора, а затем передают их на сервер.



С каждого клиентского компьютера можно управлять несколькими станками, причем не только управляемыми одной СЧПУ, но в случае, если в сети есть несколько серверов — управляемыми разными серверами. В случае подключения сети предприятия к Internet можно управлять оборудованием с любого компьютера, подключенного к Internet, т.е. практически из любой точки мира. В случае удаленного управления оборудованием для визуального контроля за происходящим удобно установить одну или несколько видеокамер.

В случае использования на серверном компьютере какого-либо сервера приложений (например, Citrix Metaframe или сервера приложений, встроенного в Microsoft Windows Server 2000/2003) можно нескольким людям одновременно не только визуально наблюдать за происходящим через видеокамеры, но и совместно управлять одним и тем же оборудованием (на рис. 1 вариант использования сервера приложений показан синим цветом). Применение сервера приложений позволяет также использовать в качестве компьютеров-клиентов (называемых еще *тонкими клиентами* — именно так они и обозначены на рис. 1) очень старые компьютеры (например, Pentium 100 МГц с 16 МБ памяти). Существует также возможность передавать управление оборудованием с одного компьютера на другой прямо во время обработки детали, что может быть очень удобно в случае выхода из строя компьютера-клиента. Причем на обработку детали передача управления или поломка тонкого клиента никак не влияют. Несмотря на все плюсы у серверов приложений есть существенный недостаток — их высокая стоимость. (В первую очередь последнее высказывание относится к платформе Microsoft Windows K UNIX-системам и особенно к неком-

мерческим UNIX-системам вроде Linux и Free BSD).

В случае использования сервера приложений серверный компьютер должен иметь достаточные надежность и производительность, так как все серверное и клиентское ПО реально выполняется на нем, а на терминалах проводится только отображение "картинки" и прием ввода от пользователя. При этом требования к терминалам несравнимо более низкие как по производительности, объему жесткого диска и оперативной памяти, так и по надежности и стабильности питания. Более того, из клиентских компьютеров может быть совсем исключен жесткий диск (винчестер), так как все данные в этом случае хранятся на сервере, а загрузка операционной системы на компьютере-терминале может осуществляться с сервера.

#### **Преимущества сетевой распределенной СЧПУ с применением компьютера**

- Просто организовать качественную защиту сервера и СЧПУ от всевозможных чрезвычайных происшествий, например, сбоев в сети питания (помехи, отключение питания и пр.), так как СЧПУ и сервер одни на несколько станков.

- Более низкая стоимость СЧПУ в расчете на одно управляемое устройство за счет индивидуальной комплектации СЧПУ только необходимым количеством управляющих модулей.

- Поддержка сетевой системы управления проще и обходится дешевле, так как обновлять программное обеспечение и решать возникающие проблемы нужно, в основном, только в одном месте — на сервере.

- Появляются дополнительные возможности, связанные с уже организованной и настроенной компьютерной сетью предприятия.