

# Университетская система ЧПУ WinPCNC для обучения и производства

*Представлена отечественная университетская разработка системы ЧПУ широкого назначения, построенного на базе персонального компьютера, обладающего открытой архитектурой и модульным программным обеспечением.*

За свои 20 с небольшим лет с момента ее основания, кафедра Компьютерные системы управления МГТУ «Станкин» сумела разработать собственное ядро системы ЧПУ, которое используется как в учебном процессе, так и в производстве.

Ряд ключевых факторов оказал прямое влияние при создании учебно-тренажерного комплекса системы ЧПУ «WinPCNC AE», формирования методического обеспечения и разработки производственной версии системы ЧПУ. Многолетний опыт разработки систем управления реального времени, современное оборудование Научно-исследовательской лаборатории систем ЧПУ, научная школа молодых перспективных ученых, основанная под руководством профессора Сосонкина В.Л., позволили создать в университете и затем адаптировать в промышленности отечественную систему ЧПУ типа PCNC. Партнерская программа обучения специалистов производства по системам ЧПУ SINUMERIK позволила точно сориентироваться на потребность и задачи, которые стоят перед отечественной промышленностью. Совместные научно-исследовательские разработки с ведущими мировыми производителями систем ЧПУ, постоянный обмен информацией и оппонирование и экспертиза новых идей на семинарах позволили заложить в систему основные тенденции современного развития систем управления. Продолжительная работа по отладки и доводки программного обеспечения на производстве, применяя разными типами станков.

Все эти факторы определили уникальность системы и отсутствие полных аналогов на рынке.

## Учебно-тренажерный комплекс системы ЧПУ

Целые отрасли, такие как, например, деревообработка, сталкиваются с новой для них проблемой, предприятия закупают новое оборудование с современными системами управления, а кадры не обладают начальными знаниями и опытом работы с системами ЧПУ.

В то время как ведутся дискуссии и разрабатываются предложения по методам обучения в сфере среднего и высшего профессионального образования, МГТУ «Станкин» создал учебный тренажерный комплекс системы ЧПУ WinPCNC AE университетской разработки [1].

Полностью или частично учебный комплекс применяется в МГТУ «Станкин», Краснодарском и Томском университетах, Московский университет приборостроения и информатики. Учебные и методические материалы этого комплекса внедрены в учебном процессе многих Российских технических вузов.

**Общая характеристика.** Стержнем комплекса является однокомпьютерная система ЧПУ WinPCNC (собственной разработкой), построенная на мощной платформе персонального компьютера с операционной системой Windows XP и расширением реального времени RTX фирмы VentureCom. Она относится к классу PCNC (Personal Computer Numerical Control), т.е. к классу так называемых «персональных систем управления», который справедливо считается сегодня наиболее перспективным классом систем ЧПУ нового поколения [2]. Система использует единственный процессор для обслуживания всех ее функций и внешнего контроллера для управления электроавтоматикой.

Аппаратная часть представлена стандартной аппаратурой персонального компьютера и дополнительными интерфейсными модулями для связи со следящими приводами подачи и главного движения, приводами электроавтоматики, панелью оператора. Все эти средства доступны сегодня на компьютерном рынке, а, следовательно, отсутствует необходимость в организации специального производства систем ЧПУ. Общий вид системы ЧПУ WinPCNC показан на рис. 1.

Система ЧПУ состоит из двух независимых блоков: системного блока (на рисунке снизу) и панели оператора. Системный блок размещен в корпусе промышленного компьютера, который гарантирует защиту от всякого рода производственных помех. Блок панели оператора встраивается в корпус и конструктивно оформляется так, как это удобно потребителю.

Системный блок представляет собой базовый набор плат на шине PCI. Существует возможность установки дополнительных плат, например, для увеличения числа управляемых координат. Дополнительные платы определяют опции системы ЧПУ, которые зависят от конкретного заказа.

**Учебно-методическое обеспечение.** Разработан пакет учебных программ по подготовке специалистов в области систем ЧПУ, предназначенный для теоретических и практических занятий в аудиторных классах и для самостоятельного изучения.



Рис. 1. Система ЧПУ WinPCNC

Предусмотрено двухуровневое обучение операторов, технологов-программистов и наладчиков систем ЧПУ.

На первом (базовом) уровне заложено изучение режимов управления системы ЧПУ, системы команд и базовое программирование в коде ISO-7bit. Создание и отладка управляющих программ непосредственно в системе ЧПУ осуществляется с помощью встроенного редактора AlvanсEd [3].

Второй (продвинутый) уровень подготовки ориентирован на программирование и отработку сложных контуров, изучение особенностей сплайн-интерполяции (NURBS, Akima и кубический сплайн) [4, 5], применение функций трансформации к сплайнам, разработку пользовательских стандартных циклов. Совместно с фирмой Сименс этот материал был дополнен и адаптирован для системы ЧПУ SINUMERIK [6]. Согласно партнерской программе в октябре нынешнего года МГТУ «СТАНКИН» ведет обучение по курсам

- «Программирование SINUMERIK 840D/810D»
- «Практикум программирования многокоординатных станков с использованием фреймов и сплайнов системы ЧПУ SINUMERIK 840D/Di».
- «Программирование SINUMERIK 840D с использованием ShopMill».
- «Программирование SINUMERIK 840D с использованием ShopTurn».

Для разработчиков систем ЧПУ создана и отработана специальная трехсеместровая учебная программа, которая применяется в МГТУ СТАНКИН с 1999 года. В рамках учебных курсов "Программное обеспечение систем управления" и "Структура и математическое обеспечение систем управления" изучается специфика программного обеспечения реального времени; современные программные технологии, применяемые в системах управления; инструментальные средства проектирования и разработки; архитектурные решения и тенденции их развития у ведущих производителей систем ЧПУ.

На теоретических и практических занятиях усваиваются знания по программированию электроавтоматики, программированию всех видов сплайн-контуров в системах ЧПУ, сглаживанию углов и применению компрессии для линейной интерполяции, сгенерированной CAD-CAM-системой.

Процесс обучения поддержан учебным пособием "Системы числового программного управления", выпущенным в 2005 г. издательством «Логос», а также выпускаемым в 2008 г. тем же издательством учебным пособием "Программирование систем числового программного управления" (укомплектованным CD-ROM "Практикум по программированию систем ЧПУ"), и методическими руководствами, выпущенными издательством МГТУ «Станкин».

Силами Научно-исследовательской лаборатории систем ЧПУ в 2002 г. был создан и развивается сайт [www.ncsystems.ru](http://www.ncsystems.ru), посвященный исключительно проблематике систем управления. Четверть миллиона посещений и непрерывный рост рейтинга сайта свидетельствуют об актуальности этого проекта. Регулярные опросы наших выпускников показывают, что 95% из них постоянно пользуются сайтом, 60% считают его незаменимым при подготовке в учебном процессе. В рамках этого проекта разработаны и свободно распространяются мультимедийные обучающие программы (на русском и английском языках) для быстрого освоения основных функций системы ЧПУ WinPCNC [6].

**Комплектация.** Существуют широкие возможности по комплектации и компоновке учебного тренажера системы ЧПУ WinPCNC.

Академическую версию WinPCNC AE с симулятором реального времени можно установить на любом офисном компьютере с операционной системой Windows XP. Это недорогое решение

позволяет использовать имеющуюся в учебных заведениях офисную технику. Лицензия поставляется на CD-ROM вместе с программным и методическим обеспечением. Аналогом подобного решения является продукт SinuTrain фирмы Siemens.

Решение в средней ценовой категории содержит полноценную версию WinPCNC Pro с поддержкой реального времени и возможностью подключения контроллера следящих приводов и внешнего контроллера электроавтоматики SIMATIC S7-200 фирмы Siemens; его можно установить как на промышленном, так и на офисном компьютере.

Полновесное решение включает стенд на базе промышленного компьютера с контроллером следящих приводов на три координаты и внешним контроллером электроавтоматики. Стенд позволяет подключать следящие приводы подач по интерфейсу  $\pm 10$  В или использовать шаговые приводы StepDir.

На текущий момент ведется разработка не дорогого обучающего стендового комплекса на базе настольного станка лазерной графики, управляемого системой ЧПУ ArtNC, с шаговыми приводами подачи и программно реализованным контроллером электроавтоматики (Soft PLC), управляющим лазерной пушкой.

Базовые модели комплектуются набором стандартных циклов для сверильно-фрезерной или токарной группы по выбору заказчика.

#### *Производственная версия системы ЧПУ ArtNC для станков лазерной графики*

За последние несколько лет лазерная графика стала весьма популярным методом создания широкого ассортимента сувенирных изделий в виде трехмерных изображений, плоских растровых рисунков типа фотографии или надписей (рис. 2).

Задача управления станком лазерной графики коренным образом отличается от задач по управлению станками для традиционного формообразования (таких как точение, фрезерование и шлифование). Для лазерной графики обязательным является прохождение точки конца кадра в расчетное время, определяется частотой лазера, и не важно каким образом и по какой траектории до нее добраться. Опыт Научно-исследовательской лаборатории систем ЧПУ показывает, что применение традиционных способов формообразования в сочетании со сплайновой интерполяцией позволяет использовать более жесткие режимы обработки при сохранении качества изделий.

Вопрос повышения производительности станков лазерной графики - ключевой на сегодня ввиду постоянно усиливающейся конкуренции и агрессивной экспансии систем с приемлемым качеством, поступающих из азиатских регионов. Потенциал улучшения скоростных показателей обработки кроется в программном обеспечении системы управления станком.



Рис. 2. Изделия лазерной графики

Специальная версия разработанной нами однокомпьютерной системы ЧПУ WinPCNC под названием ArtNC была адаптирована под задачи лазерной графики (рис. 3). Применение ArtNC позволило в два раза сократить время обработки при сохранении качества изделия [7].

## Заключение

Редкое сочетание передовых научно-исследовательских разработок с многолетним педагогическим опытом преподавания в университете и практикой обучения требовательных специалистов производства позволило создать уникальный учебно-тренажерный комплекс системы ЧПУ, максимально отвечающий современным требованиям профессионального обучения. Продукт ориентирован на российский рынок, а предоставляемая возможность комплектации позволяет выбрать оптимальной по ценовой категории вариант без существенных потерь в качестве обучения.

Открытая архитектура, заложенная в системе ЧПУ WinPCNC, позволила оперативно адаптировать систему к задачам лазерной графики и безболезненно интегрировать новые алгоритмы управления твердотельным лазером в решение технологической задачи управления. Практические результаты заключаются в двукратном сокращении времени обработки изделий на лазерном станке и избавлении от дорогостоящего внешнего контроллера управления движением.

Зав. каф. КСУ МГТУ «СТАНКИН»,  
профессор, д.т.н. Георгий Мартинов  
martinov@ncsystems.ru



а)



б)

Рис. 3. Применение системы ЧПУ ArtNC:

а) настольный станок для лазерной графики; б) готовое изделие

## Список литературы:

1. Мартинов Г. М. Академическая версия системы ЧПУ WinPCNC // Инструмент, технология, оборудование. №8. 2007. С. 62-64.
2. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2005. – 296 с. ISBN 5-98704-012-4.
3. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. «AdvancEd» - универсальная среда для редактирования, отладки и моделирования программ ЧПУ в коде ISO-7bit (любой версии) // Автотракторное электрооборудование. 2001. №1-2. С. 41-42.
4. Мартинов Г. М., Сосонкин В. Л. Проблемы использования сплайновой интерполяции в системах ЧПУ при обработке скульптурных поверхностей // Автоматизация в промышленности. 2006. №11. С. 3-9.
5. Мартинова Л.И., Мартинов Г.М. Сплайн-контуры в системе ЧПУ // Стружка. 2007. №1. С. 74-77.
6. Воскресенский К. Д. Трансформация системы координат - концепция фреймов ЧПУ Sinumerk на примере сплайновой интерполяции Sinumerik 810D, 840Di, 840D, 840Di sl, 840D sl. // Инструмент, технология, оборудование. №4. 2007.
7. Мартинов Г.М. Развитие систем управления технологическими объектами и процессами // Вестник МГТУ «Станкин». 2008. №1. С. 74-79.



Г Р У П П А  
**ТЕХНОПОЛИС**  
инженерно-технологический центр

## ЗАО «ИТЦ ТЕХНОПОЛИС»

Россия, 117342 г. Москва, ул. Бутлерова 17, офис 1707  
Тел.: +7 (495) 330-9841, 330-9706, 429-7177, 424-2733  
Факс: +7 (495) 330-9867, 737-6397  
info@technopolice.ru www.technopolice.ru