

# Академическая версия системы ЧПУ WinPCNC

Мартинов Г. М., д.т.н., профессор кафедры КСУ МГТУ «СТАНКИН»

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

Интенсивные экономические и социальные изменения, происходящие в России с начала 90-х годов поставили отечественную станкоинструментальную индустрию в сложную ситуацию. Кадры старой закалки, оставшиеся на производстве, не готовы интенсивно и полноценно осваивать новое высокотехнологичное оборудование. Специалисты среднего возраста, поставленные в условия самовыживания, нашли свое место вне сферы своей профессиональной подготовки, зачастую утратив при этом квалификацию, и не собираются возвращаться, а та малая их часть, которая осталась на предприятиях, весьма высоко ценится на производствах. Молодые же кадры с неохотой идут на завод, при этом наличие у них базовых профессиональных знаний достаточно высокого уровня скорее является исключением, чем правилом.

Целевые 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 продемонстрировал на выставке MASHEX 2007 учебный тренажерный комплекс системы ЧПУ WinPCNC университетской разработки.

Полностью или частично учебный комплекс применяется в МГТУ СТАНКИН, Краснодарском и Томском университетах, распространяется компанией Softline. Учебные и методические материалы этого комплекса внедрены в учебном процессе многих Российских технических вузов.



Рис. 2. Система ЧПУ WinPCNC



Рис. 1. Факторы, определившие облик академической версии системы ЧПУ

## Предпосылки разработки

Ключевые факторы, оказавшие прямое влияние создание учебно-тренажерного комплекса системы ЧПУ и методического обеспечения, приведены на рис. 1.

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.

Все этих факторы определили уникальность системы и отсутствие полных аналогов на рынке

## Общая характеристика

Стержнем комплекса является однокмьютерная 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 [1]. Система использует единственный процессор для обслуживания всех ее функций и внешнего контроллера для управления электроавтоматикой.

Аппаратная часть представлена стандартной аппаратурой персонального компьютер 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. 2.

Система ЧПУ состоит из двух независимых блоков: системного блока (на рис. 2 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. 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 *AlvanEd* [2].

Второй (продвинутый) уровень подготовки ориентирован на программирование и отработку сложных контуров, изучение особенностей сплайн-интерполяции (*NURBS*, *Akima* и кубический сплайн) [3, 4], применение функций трансформации к сплайнам, разработку пользовательских стандартных циклов. Совместно с фирмой *Siemens* этот материал был дополнен и адаптирован для системы ЧПУ *SINUMERIK* [5]. Согласно партнерской программе в октябре нынешнего года МГТУ «СТАНКИН» начинает обучение по новому курсу «Практикум программирования многокоординатных станков с использованием фреймов и сплайнов системы ЧПУ *SINUMERIK 840D/ Di*».

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 2007 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. Непрерывный рост рейтинга сайта свидетельствует об актуальности этого решения. 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 разрабо-

таны 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 подачи по интерфейсу  $\pm 10$  В или использовать шаговые приводы.

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

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

### 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.

### Список литературы

1. Сосонкин В. Л., Мартинов Г. М. Системы числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2005. – 296 с. ISBN 5-98704-012-4.
2. 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.
3. 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.
4. Мартинова Л. И., Мартинов Г. М. Сплайн-контуры в системе ЧПУ // Стружка. 2007. №1. С. 74-77.
5. 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.
6. [www.ncsystems.ru](http://www.ncsystems.ru)