

СПЕЦИФИКА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СТЕНДОВ И ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ МНОГОТЕРМИНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЧПУ УПРАВЛЕНИЯ БОЛЬШИМИ СТАНКАМИ

Комаров А.В.
 Научный руководитель: Маршанова Д.И. – к.т.н., доцент
 Кафедра «Компьютерные Системы Управления» ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»

Современные станки с ЧПУ оснащены большим количеством механических, пневматических, гидравлических и электронных устройств и элементов, от корректного и надежного функционирования которых в значительной степени зависит точность исполнения заданной программы и, соответственно, качество изготовляемого изделия. Автоматизированная система, управляющая большими станками, имеет сложную структуру, распределенную на территории предприятия. Особенно наглядно это проявляется в крупногабаритных станках с ЧПУ, которые работают в составе высокотехнологичных комплексов, таких как автоматизированные линии, конвейеры и пр., где значительно возрастает количество контроллеров, датчиков, модулей ввода-вывода, и значительно усложняются алгоритмы управления. При этом структура системы управления должна соответствовать структуре самого объекта автоматизации [1]. Специфика построения систем ЧПУ, обслуживающих крупногабаритные комплексы, состоит в том, что функции сбора, обработки данных, вычисления, управления и диагностики оказываются распределенными, в том числе, и несколькими терминалами управления. В каждом терминале установлен свой контроллер управления, работающий со своей группой устройств и обслуживающий определенную часть объекта управления (станка). Тенденция приближения терминалов к объектам управления является общей для всех систем автоматизации. При этом важной становится задача отладки системы до уровня конечного продукта на стадии разработки и изготовления. Достичь этого возможно путем качественного тестирования систем управления на разных этапах. Для этого необходимы специальные испытательные стенды, конфигурируемые под конкретные задачи.

Многофункциональная система управления требует специальной отладки по набору параметров. Отладка и тестирование проводятся в лабораторных условиях в целях выявления проблем в работе терминалов, станочных панелей, контроллеров, их взаимодействия между собой и в механизмах передачи данных. Результаты должны быть представлены в виде протоколов, которые передаются разработчикам для внесения соответствующих изменений.

Исследования показали, что тестируемыми параметрами являются:

- работоспособность станочных панели и панели оператора;
- работоспособность функциональных клавиш, маховиков, переключателей и всех элементов на панелях управления;
- достоверность передачи данных между ядром и терминалами в режиме реального времени;

- корректность межмодульного взаимодействия кроссплатформенного программного обеспечения;
- синхронная и корректная обработка данных терминалами;
- корректная работа приводов, контроллеров и модулей ввода-вывода;
- правильное подключение и настройка всех элементов, включая настройку машинных параметров;
- отсутствие сбоев при длительной работе всей системы в разных режимах.

На кафедре компьютерных систем управления МГТУ «СТАНКИН» разрабатываются испытательные стенды для тестирования систем ЧПУ различного назначения. Наиболее полному функциональному тестированию подвергаются многофункциональные системы для больших станков.

На рис. 1 представлена архитектура многофункциональной системы управления крупногабаритным оборудованием. Каждый терминал состоит из панели оператора, станочной панели и промышленной клавиатуры. Внешний пульт управления служит для дистанционной работы оператора со станком.

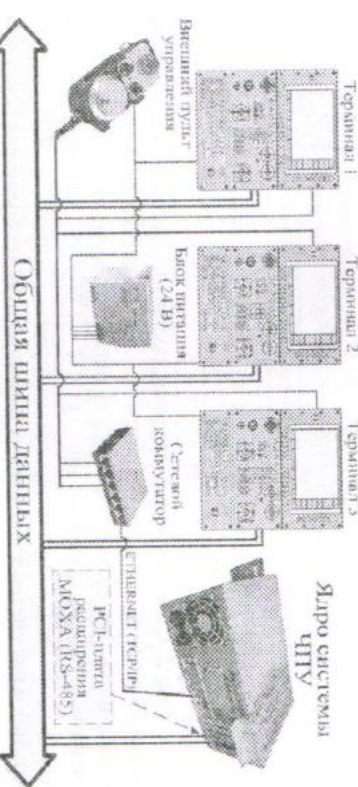


Рис. 1. Архитектура многофункциональной системы ЧПУ (PCNC)

Каждый терминал многофункциональной системы управления получает информацию из ядра системы ЧПУ. Терминалы параллельно подключены к ядру с помощью кабеля «оптика пар» через сетевой коммутатор (свитч). Информация передается от ядра системы к терминалам в режиме реального времени, используя технологию передачи данных Ethernet. Станочные панели подключены к ядру ЧПУ с помощью мультипортовой RS-485 интерфейса RS-485. На станочной панели и внешнем пульте управления платы MOXA интерфейса (экстренного) торможения. Источник питания в 24В обеспечивает кнопку аварийного (экстренного) торможения. Источник питания в 24В обеспечивает оборудование (станочные панели, пульт и панели оператора) необходимым питанием для работы функциональных клавиш. Промышленная клавиатура подключается к панели оператора по технологии USB. Ядро системы ЧПУ, экраны терминалов, сетевой коммутатор и источник питания подключены через электрический разъем 220/380В.

В представленной архитектуре используется двухкомпьютерная модель предполагаемая разделение PC-подсистемы на одном компьютере, а NC-подсистемы на другом. В PC-подсистеме наиболее целесообразна ОС семейства Windows NT с платформой .NET, а в NC-подсистеме – операционная система реального времени Linux RT. Обе операционные системы совместимы в том смысле, что поддерживают коммуникационные протоколы TCP/IP. Это позволяет построить коммуникационную среду, обеспечивающую подсистемы. Включение в эту среду прикладного уровня с функциями доступа к интерфейсам модулей создает виртуальную шину, оказывающую низкоуровневые услуги доступа [2]. Архитектурный вариант, представленный на рис. 2, дает общее представление о принципах открытой двухкомпьютерной архитектуры применительно к ЧПУ. В системную платформу интегрированы такие элементы, как:

- операционная система;
- коммуникационная среда;
- кроссплатформенная реализация ядра;
- различные средства конфигурации, которые используются для построения топологии математического обеспечения из доступных модулей в целях заданной функциональности;
- Интерфейс API допускает использование переносимых модулей, в том числе и от разных разработчиков. Коммуникационная среда является единственным средством

информационного обмена между архитектурными объектами как в пределах одной вычислительной среды, так и за ее пределами в распределенной системе. Стандартные протоколы коммуникационной среды обеспечивают единообразные форматы данных и фиксированные наборы соотношений [3].

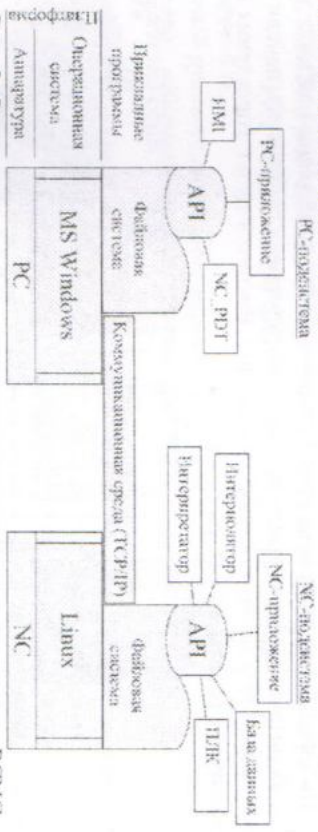


Рис. 2. Открытая архитектурная двухкомпьютерная система типа РС/МС
 Архитектура тестируемых систем может различаться в зависимости от задач автоматизации, но испытательный стенд должен позволять проводить оценку системы по определенному набору показателей. ГОСТ 4.405-85 устанавливает номенклатуру основных показателей качества программируемых устройств ЧПУ [4]. Разработанная многотерминальная система управления соответствует требованиям ГОСТа (табл. 1).

Таблица 1. Приемлемость показателей качества продукции ЧПУ

Устройства Показатели	Терминал	Ядро	Привода	Контроллеры
Надежность	+	+	+	Тестируется
Экономичность	+	+	-	+
Эргономичность	+	+	+	+
Безопасность	+	+	-	+
Транспортируемость	-	+	+	+
Патентно-правовая	+	+	+	+
Качественные	Тестируется	+	+	Тестируется

Все практические аспекты построения конфигурации испытательных стендов, начиная от электрических схем соединения и заканчивая многоуровневыми программными алгоритмами, проверяются в лабораторных условиях, в прямом взаимодействии с разработчиками программного обеспечения. Помимо описанных выше проблем, проводятся множество других проверок. К проблемам, связанные с работой электрооборудования, относят:

- проверка правильности подключения кабелей, разъемов, электрических схем;
- проверка экранирования и разводки кабелей;
- проверка аварийных блоков, во избежание нештатных ситуаций;
- проверка программной и/или аппаратной части можно отнести:
- проверка алгоритмов работы с набором аппаратных средств, реализованных в ядре ЧПУ;
- проверка работы по внутреннему протоколу с ЧПУ;
- тестирования работы системы в различных конфигурациях;
- длительное тестирование на качество программной и аппаратной работы системы.

Например, тестировалось параллельное подключение между станочными панелями через мультипортовую плату последовательных интерфейсов фирмы MOXA Inc. Для проверки работоспособности между двумя платами была написана небольшая утилита. С её помощью тестировался драйвер *tschkit* для PC-I-карты написанный под Linux

разработчиками в лаборатории систем ЧПУ кафедры «КСУ» МГТУ «СТАНКИН». Программа для тестирования последовательных портов написана на языке высокого уровня C с использованием файловых дескрипторов. В ОС Linux каждый порт имеет один или более файлов устройств (в каталоге `/dev/`) ассоциированных с ним [5]. Поэтому для работы с последовательными портами утилита обращается к адресу порта в файловой системе. Программа используется для тестирования мультипортовых плат MOXA CP-114 и CP-114EL-1 типа PC I Express.

Listing 1. Демонстрация части кода для тестирования последовательных портов:

```

int open_port(void) {
    int fd1, fd2; // файловый дескриптор для 1 и 2 порта

    // Откроем 1 порт
    fd1 = open("/dev/ttyhsk40", O_RDWR | O_NOCTTY | O_NDELAY);

    // Откроем 2 порт
    fd2 = open("/dev/ttyhsk40", O_RDWR | O_NOCTTY | O_NDELAY);

    ...

    int byteswrit; // Переменная для записи данных в порт
    int bytesread; // Переменная для чтения данных из порта
    ...
    byteswrite = write(...) // Запись в порт
    ...
    bytesread = read(...) // Чтение из порта
    ...
}

```

При проведении тестирования вся полученная информация тщательно образом проверяется и записывается (документируется) в протокол тестирования. Для применения информации используются разного рода системы отслеживания ошибок («багтрекеры»).

Используемый подход к созданию испытательных стендов перспективен для дальнейшего роста, в частности, применение нового оборудования, расширения конфигурации, усложнения электрической (принципиальной) схемы. Улучшение и последующая адаптация системы к промышленным условиям позволит достичь новых технологичных в развитии, как самой системы ЧПУ, так и машиностроения в целом.

Библиографический список:

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М: Горькая линия – Телеком, 2009. – 608 с., ил.
2. Сосонкин В.Д., Мартинюв Г.М. Системы числового программного управления: Учеб. Пособие. – М.: Дюлоэ, 2005 – 296 стр., ил.
3. Мартинюва Д.И., Мартинюв Г.М. Организация междоудельного взаимодействия в распределенных системах ЧПУ. Модели и алгоритмы реализации // Мехатроника, автоматизация, управление. - 2010. - N 11 (116). - С. 50-55.
4. ГОСТ 4.405-85 Система показателей качества продукции. Устройства числового программного управления. Номенклатура показателей. – Москва. Изд-во стандартов, 1987. – 15 с.
5. Michael R. Sweet Serial Programming Guide for POSIX Operating Systems, 5th Edition, 6th Revision, Copyright 1994-2005.