

Практические аспекты реализации управления разнородным технологическим оборудованием электроавтоматикой в системах ЧПУ

The practical aspects of realization of control of heterogeneous manufacturing equipment of machine magnetic in CNC systems

Рассмотрены проблемы управления разнородным технологическим оборудованием для металлообработки на основе устройств управления электроавтоматикой. В качестве решения описанной задачи предлагается использовать многопротокольные системы управления. В статье предложена архитектура коммуникационной составляющей открытой модульной системы ЧПУ для работы с разнородными компонентами электроавтоматики. Предложенная объектная модель подсистемы электроавтоматики в ядре ЧПУ позволяет реализовать мультипротокольные возможности.

This article describes problems of manufacturing machinery control on the base of control devices of machine magnetic. In the capacity of solution of this task it is proposed using of multiprotocol control systems. The article proposes architecture communication component of open modular CNC system for work with heterogeneous components of machine magnetic. The offered object model of machinery magnetic in the CNC kernel allows implementing multiprotocol possibilities.

Ключевые слова: система ЧПУ, ПЛК, промышленные протоколы, логическая задача, многопротокольный обработчик запросов.

Keywords: CNC system, PLC, industrial protocols, logical task, multiprotocol request handler.

Система числового программного управления (ЧПУ) взаимодействует с вспомогательным оборудованием станка различного назначения с помощью программируемых логических контроллеров (ПЛК) электроавтоматики [1]. Каждый контроллер работает по своему протоколу передачи данных и решает узкоспециализированные задачи. В системе управления можно выделить коммуникационный уровень логической задачи, который является областью исследования данной работы. На этом уровне система управления должна иметь возможность работы с разными промышленными протоколами (рис. 1).

Современная система управления должна иметь потенциальную возмож-

ность работы с различными промышленными протоколами, такими как Modbus, CAN, EtherNet/IP и др. Для решения этой задачи ядро системы управления должно предусматривать программную возможность интеграции различного рода оборудования. Мультипротокольность системы управления обусловлена

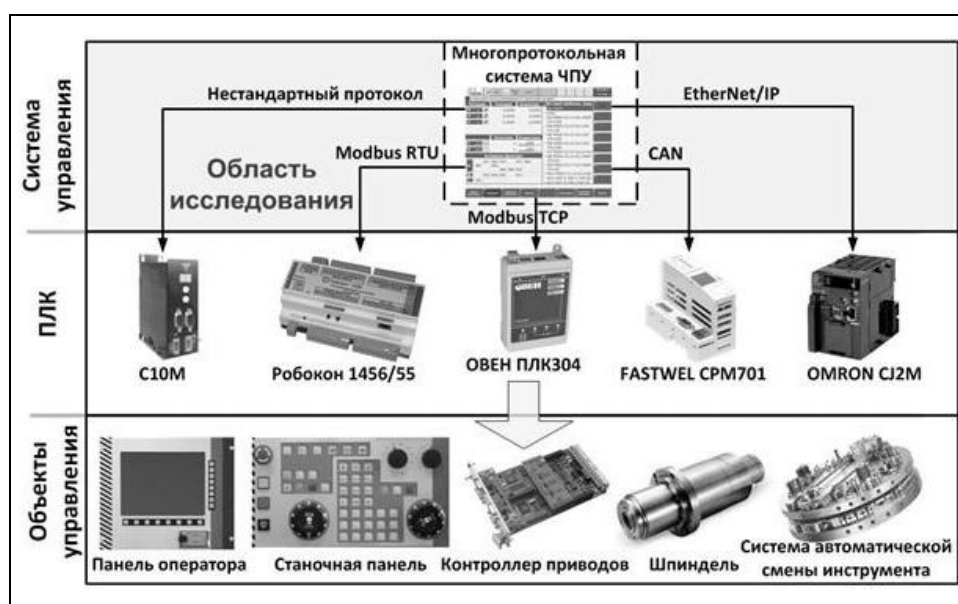


Рис. 1. Задачи управления в современных системах ЧПУ



Рис. 2. Компоненты электроавтоматики в обобщенной структуре открытой модульной системы ЧПУ

контроллера, а также за внутренней его памятью, без демонтажа контроллера из шкафа электроавтоматики. В рамках коммуникационной составляющей логической задачи реализованы обработчик M, S и T функций в кадре управляющей программы и обработчик пользовательских команд вне кадра УП [5]. Они соответственно обрабатывают команды интерпо-

растущими требованиями станкостроителей к возможности переконфигурирования состава оборудования [2].

Изготовитель станков предпочитает работать с оборудованием, которое уже было интегрировано однажды в станочный комплекс. Разработчику системы управления приходится учитывать этот аспект [3]. Для создания конкурентоспособной системы управления, позволяющей использовать разнообразное оборудование, используемое различными станкостроителями, необходимо проанализировать возможность интеграции различных устройств на основе единого интерфейса взаимодействия.

Рассмотрим практические аспекты построения логической задачи системы ЧПУ путем интеграции готовых решений от производителей ПЛК на основе стандартных промышленных сетевых протоколов.

Обобщенная структура двухкомпьютерной системы разделена на подсистему ядра реального времени (NC) и терминальную часть (PC) (рис. 2). PC-подсистема выполняет терминальную задачу, предоставляя пользователю человеко-машинный интерфейс (HMI). Пользовательские команды контроллера электроавтоматики можно выполнять с помощью M-клавиш во время выполнения кадра управляющей программы [4]. Для разработки управляющих программ терминал системы управления предоставляет встроенный редактор для создания и редактирования G-кода. Модуль диагностики контроллера позволяет получить доступ к памяти контроллера. Это необходимо для упрощения пусконаладочных работ станочного комплекса, а также для его отладки. Наладчик оборудования может следить за состоянием входов и выходов

лятора во время выполнения кадра и пользовательские команды терминальной задачи. Многопротокольный обработчик запросов принимает поступившие запросы и с помощью системных драйверов промышленных протоколов переводит их в формат нужного протокола. Обобщенная архитектура компонентов показана на рис. 3.

Интерпретатор и объекты терминальной задачи предназначены для разных целей [6], а значит, имеют различную структуру запросов. Поэтому для каждой задачи используется свой обработчик запросов. Внутри многопротокольного обработчика запросов содержатся объекты протоколов данных. Команды ПЛК представляют собой запрос в формате выбранного протокола. Запрос передается в контроллер либо напрямую многопротокольным обработчиком запросов, либо через внешний программный интерфейс связи с ПЛК.

Интерпретатор [7] находит вызовы M, S и T-команд электроавтоматики и передает информацию о них обработчику функций в кадре управляющей программы.

Для терминальных пользовательских функций контроллера электроавтоматики вне кадра управляющей программы, обработки сигналов со станочной панели и функциональных клавиш, а также диагностики состояния памяти ПЛК существует специальный обработчик, который обрабатывает пользовательские команды вне кадра управляющей программы. На этом уровне обработчики собирают общую информацию о командах, которые необходимо выполнить. Например, для выполнения функции M6 T4 такими данными будут являться номер команды 6 и номер инструмента 4, который необходимо установить.

Предварительно обработанные данные вызванных команд электроавтоматики должны быть переданы в контроллер. На этом этапе возникает проблема разнородности используемого оборудования [8]. Это означает, что станкостроитель может использовать контроллер электроавтоматики любого производителя, поэтому разработчику ядра системы управления приходится учитывать это требование. Для решения этой задачи используется многопротокольный обработчик запросов к контроллеру электроавтоматики.

Многопротокольный обработчик запросов позволяет читать и записывать данные в контроллер электроавтоматики (поз. 2.1 и 2.2 на рис. 3) как синхронно, так и асинхронно (рис. 4). Создание многопротокольного обработчика запросов к ПЛК позволяет скрыть особенности работы отдельного контроллера электроавтоматики и работать с различными устройствами единым способом [9]. Для выполнения запросов многопротокольный обработчик работает только с данными, которые предназначаются для записи или чтения, и с адресацией этих данных в памяти контроллера.

Для возможности применения различных средств ПЛК в составе систем ЧПУ [10] в структуре многопротокольного обработчика вводятся компоненты, инкапсулирующие в себе протоколы и команды взаимодействия с аппаратными устройствами по их специфичным протоколам данных. Многопротокольный обработчик запросов производит обращение к соответствующему протоколу данных (поз. 3.1 на рис. 3), протокол данных на основе этого запроса формирует команду (поз. 3.2) для обращения к ПЛК. Сформированная команда передается в контроллер электроавтоматики через драйверы и интерфейсы средств ввода-вывода либо напрямую (поз. 3.3), либо через внешний программный интерфейс ПЛК (поз. 4.1 и 4.2).

Для реализации внутренней программной структуры многопротокольного обработчика требуется многопоточность [11]. Главный поток предназначен для получения запросов к ПЛК и сохранения их во внутренней очереди. Многопротокольный обработчик содержит в себе очередь запросов, отдельный поток и специальный метод для их обработки. После формирования запроса ядром системы ЧПУ (запрос 1 на рис. 4) запрос передается на выполнение обработчику (запрос 2).

После того, как запрос будет добавлен в специальную очередь (запрос 3), фокус управления будет возвращен обратно в главный поток (запрос 4).

Рис. 3. Обобщенная архитектура компонентов коммуникационной части логической задачи

Непосредственное выполнение запроса осуществляется в отдельном потоке (запрос 5). Это необходимо для того, чтобы обработчик имел возможность одновременно с этим принимать запросы [12]. По причине того, что обработка запроса производится в отдельном потоке, отправитель запроса может продолжать выполнять свою работу. После завершения обработки запроса ядро системы ЧПУ получает уведомление об этом (вызов 7) с помощью вызова callback-функции (вызов 6), которая была определена при формировании запроса. Функция обратного вызова уведомляет отправителя о завершении обработки запроса.

Такой подход к реализации позволяет одновременно хранить несколько запросов к ПЛК для последующей их обработки. Описанный механизм предоставляет возможность работать ядру системы ЧПУ асинхронно, т.е. без ожидания ответа от ПЛК. Преимуществом уведомления отправителя запроса с помощью callback-функции является быстрдействие и простота способа за счет отсутствия вызова и создания дополнительных методов и объектов.

Выводы

1. Предложенная модель взаимодействия системы управления с разнообразным оборудованием через контроллер электроавтоматики позволяет охватить широкий спектр устройств самого разного назначения. Несомненным достоинством описанного механизма является унифицированный способ взаимодействия с разнородным оборудованием по средствам многопротокольного обработчика запросов. Он позволяет обрабатывать и выполнять раз-



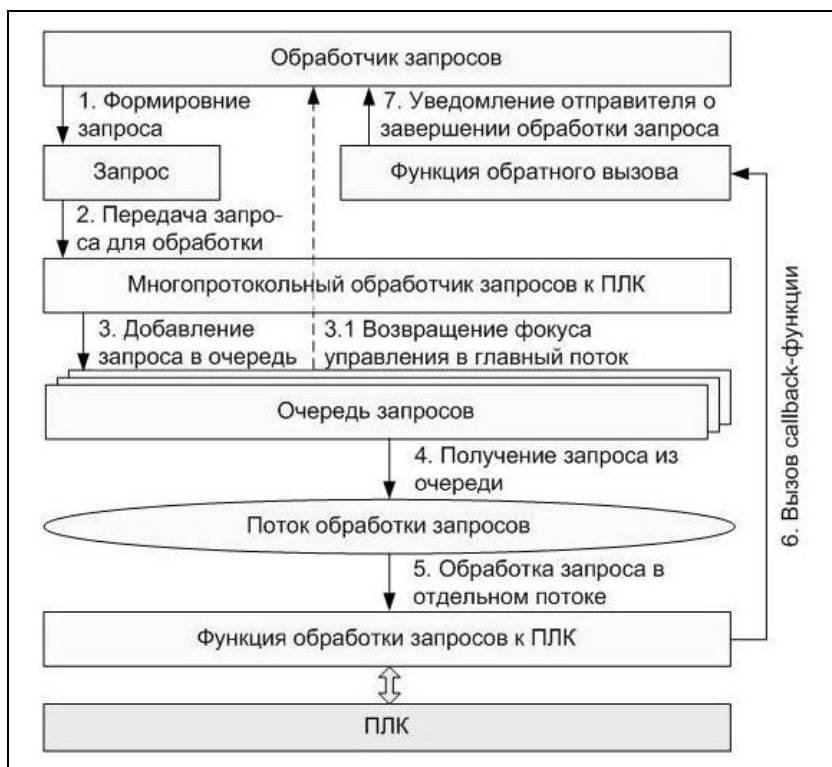


Рис. 4. Структура компонентов взаимодействия с ПЛК для асинхронной обработки запросов

ми с использованием открытой модульной архитектуры // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2011. № 12. С. 45-51.

3. **Мартинов Г.М., Любимов А.Б., Бондаренко А.И., Сорокоумов А.Е., Ковалев И.А.** Подход к построению мультипротокольной системы ЧПУ // Автоматизация в промышленности. 2012. №5. С.8-11.

4. **Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М.** Концепция числового программного управления мехатронными системами: интеграция на основе комплекса производственных стандартов STEP // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2003. № 2. С. 38-44.

5. **Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А., Козак Н.В., Пушков Р.Л.** Прикладные решения в области управления электроавтоматикой станков с ЧПУ класса PCNC // Промышленные АСУ и контроллеры. 2011. №4. С. 48-53

6. **Григорьев С.Н., Мартинов Г.М.**

Концепция построения базовой системы числового программного управления мехатронными объектами // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2011. № 2. С. 21-27.

7. **Мартинов Г.М., Обухов А. И., Пушков Р.Л.** Принцип построения универсального интерпретатора языка программирования высокого уровня для систем ЧПУ // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. №6. С. 42-50.

8. **Мартинов Г. М., Козак Н. В.** Декомпозиция и синтез программных компонентов электроавтоматики // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №12. С. 4-11.

9. **Мартинова Л.И., Пушков Р.Л., Козак Н.В., Трофимов Е.С.** Решение задачи синхронизации и точного позиционирования осей в системе ЧПУ // Автоматизация в промышленности. 2011. № 201105. С. 30-35.

10. **Мартинов Г.М., Козак Н.В., Нежметдинов Р.А.** Специфика построения панелей управления систем ЧПУ по типу универсальных программно-аппаратных компонентов // Автоматизация и современные технологии. 2010. № 07. С. 34-40.

11. **Козак Н.В., Абдуллаев Р.А.** Концепция построения средств диагностики и управления устройствами электроавтоматики на базе OPC технологии // Системы управления и информационные технологии. 2010. №3. С. 28-32.

12. **Мартинов Г. М., Мартинова Л. И.** - Современные тенденции в области числового программного управления станочными комплексами // СТИН. 2010. №7. С. 7-10.

личные по своей сути команды взаимодействия с электроавтоматикой станка как в кадре управляющей программы, так и вне его.

2. Программная реализация многопротокольного обработчика позволяет взаимодействовать с различными устройствами электроавтоматики по разным промышленным протоколам передачи данных, а также предоставляет широкий набор функций работы с ПЛК, доступных разработчику системы управления.

3. Программная реализация многопротокольного обработчика запросов для протокола Modbus защищена свидетельством о государственной реализации программы для ЭВМ №2010617382 «Универсальный программный модуль взаимодействия с программируемым логическим контроллером по протоколу Modbus» от 10 ноября 2010 г.

Библиографический список

1. **Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М.** Системы числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2005. – 296 с.

2. **Мартинов Г.М., Мартинова Л.И., Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л.** Принципы построения распределенной системы ЧПУ технологическими маши-

Абдуллаев Роман Ахматалиевич – преподаватель кафедры компьютерных систем управления МГТУ «СТАНКИН».

Тел.: 8(499) 972-9440. E-mail: abdullaev@ncsystems.ru

Abdullaev Roman Ahmatalievich – lecturer of the sub-department “Computer control systems” of MSUT “STANKIN”.

Tel.: +7(499) 972-9440. E-mail: abdullaev@ncsystems.ru