

Технические средства АСУТП

СЕТЕВЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Г.М. МАРТИНОВ,
Р.А. НЕЖМЕТДИНОВ,
Н.В. КОЗАК,
Р.Л. ПУШКОВ
(МГТУ “Станкин”)

G.M. MARTINOV
R.A. NEZHMETDINOV
N.V. KOZAK
R.L. PUSHKOV

Прикладные решения в области управления электроавтоматикой станков с ЧПУ класса PCNC

Выделены этапы реализации логической задачи, приведен пример протокола взаимодействия контроллера электроавтоматики с ядром системы ЧПУ, произведено распределение памяти контроллера электроавтоматики для решения типовых задач, показана привязка контроллера к конкретному технологическому оборудованию.

Ключевые слова: логическая задача, контроллер электроавтоматики, привязка к оборудованию, протокол, ядро ЧПУ, фрезерный станок, смена инструмента, револьверная головка, пиноль, токарный станок.

Logical task realization stages was separated, example of PLC – NC-kernel interchange protocol and PLC memory allocation for typical tasks was shown. Added a view of binding PLC to the specific technological machines.

Keywords: logical task, electroautomatics controller, technological binding, protocol, NC-kernel, milling machine, tool change, tailstock barrel, turret head, turning machine.

Введение

Формально процесс реализации логической задачи можно разделить на два основных этапа [1]. На первом этапе реализуется набор базовых алгоритмов работы электроавтоматики станка. Разработка производится без привязки к определенному оборудованию и напоминает реализацию набора базовых классов при разработке программной системы. На втором этапе производится привязка программы электроавтоматики к конкретному оборудованию, путем использования базовых алгоритмов и разработки новых, специфичных для станка.

Как правило, на первом этапе выделяются типовые задачи управления электроавтоматикой станков и распределяются области памяти контроллера электроавтоматики в соответствии с этими задачами [2]. На втором этапе реализуются алгоритмы работы электроавтоматики.

Протокол взаимодействия ядра системы ЧПУ с контроллером электроавтоматики

Реализация управления устройствами электроавтоматики на станках 16A20Ф3 и MC-400 осуществлялась

на базе отечественного контроллера C10M ((ПТО) ОАО АВТОВАЗ). Для взаимодействия с контроллером C10M был разработан протокол. Канал связи на физическом уровне использует симметричную передачу данных по стандарту EIA RS-232. Согласно модели ISO/OSI на втором уровне реализуются функции управления доступом к шине, обеспечение безопасности данных, а также выполнение протокола передачи и формирование телеграмм. Для работы в сети этого протокола применяется схема – ведущий/ведомый, с одним ведущим устройством и одним ведомым.

Модуль центрального процессора C10M принимает сообщение (рис. 1) побайтно, записывая его в буфер приема. Прием данных производится по прерыванию, что обеспечивает работу с каналами связи на фоне основной задачи по выполнению технологической программы ПЛК.

Подключение контроллера к ПК ядра системы ЧПУ на физическом уровне реализовано с помощью PCI-платы ввода вывода Муха СР – 114. Плата имеет 4 последовательных порта ввода вывода с возможностью их настройки на определенный стандарт физического уровня RS-232, RS-422 либо RS-485.

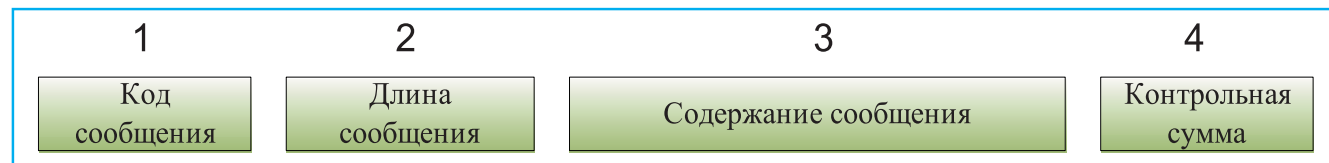


Рис. 1. Структура сообщения в протоколе контроллера C10M

Для организации в программном обеспечении ядра системы ЧПУ взаимодействия с контролером С10М в режиме реального времени были использованы команды протокола для доступа (чтения и записи) к памяти. Выделенная область памяти контроллера была распределена на области в соответствии с задачами управления устройствами электроавтоматики станка (см. табл.). Представленная структура распределения памяти контроллера является универсальной привязкой подсистемы электроавтоматики к типовому технологическому оборудованию станка.

Область состояния электроавтоматики (байты 0-42) содержит данные о состоянии и конфигурации устройств электроавтоматики станка. В ходе выполнения управляющей программы определяются значения иконок и текста (из predetermined набора) для машинных клавиш и статусбар панели оператора отображения состояния подсистемы электроавтоматики в НМІ станка (Рис. 2) [3]. Ядро системы ЧПУ с постоянной частотой считывает текущие значения из данной области памяти и актуализирует отображаемую информацию на панели оператора.

Область управления подсистем станка (байты 48-113) предназначена для обмена размещения системой ЧПУ команд адресуемых фиксированному набору подсистем электроавтоматики станка, таким

как “Смена инструмента”, “СОЖ”, “Смазка направляющих” и т. п. Со стороны системы ЧПУ производится запись параметров команды и запись флага (например, в байт 49 для команды смены инструмента) о том, что параметры установлены и команда запущена на исполнение. Управляющая программа ПЛК по таймеру просматривает флаги команд. Если флаг команды стал активным, запускается подпрограмма ее выполнения. По завершению подпрограммы выполнения снимается установленный со стороны ЧПУ флаг и устанавливает другой флаг в области подтверждения исполнения команд (для команды смены инструмента в 315-й байт).

Область управления пользовательских подсистем (байты 114-314) предназначена для размещения параметров пользовательских команд системы электроавтоматики. Аналогично области фиксированных подсистем здесь задается набор параметров для выполнения пользовательской команды и выставляется флаг для ее выполнения. По завершению выполнения соответствующей подпрограммы в области подтверждения исполнения команд устанавливается соответствующий флаг.

Область подтверждения исполнения команд (байты 315-334) содержит флаги о подтверждении выполнения команд управления подсистемами электроавтоматики. После записи данных – параметров команды – в контроллер производится опрос (в рамках тайм-аута)

Распределения памяти С10М для реализации взаимодействия с ЧПУ

Область	Объект	Изображения машинных клавиш	Текст машинных клавиш		...	Количество шпинделей	Номер активного инструмента
	Область состояния электроавтоматики	Память (байт)	1 – 10	11 – 20		...	41
Область управления подсистем станка	Объект	Смена инструмента		Задание скорости шпинделя			...
		флаг принятия команды	номер инструмента (int)	флаг принятия команды	номер шпинделя (int)	скорость шпинделя (int)	
	Память (байт)	48	49	50	51	52 – 55	
Область управления пользовательских подсистем	Объект	Пользовательская команда					...
		флаг принятия команды	Кол-во INT параметров	INT параметры (8 шт.)	Кол-во FLOAT параметров	FLOAT параметры (8 шт.)	
	Память (байт)	114	115	116–147	148	149–180	
Область подтверж- дения исполнения команд	Объект	Успешность смены инструмента	Успешность задания скорости шпинделя	...		Успешность выполнения пользовательских команд	
	Память (байт)	315	316, 317, 318			332, 333, 334	

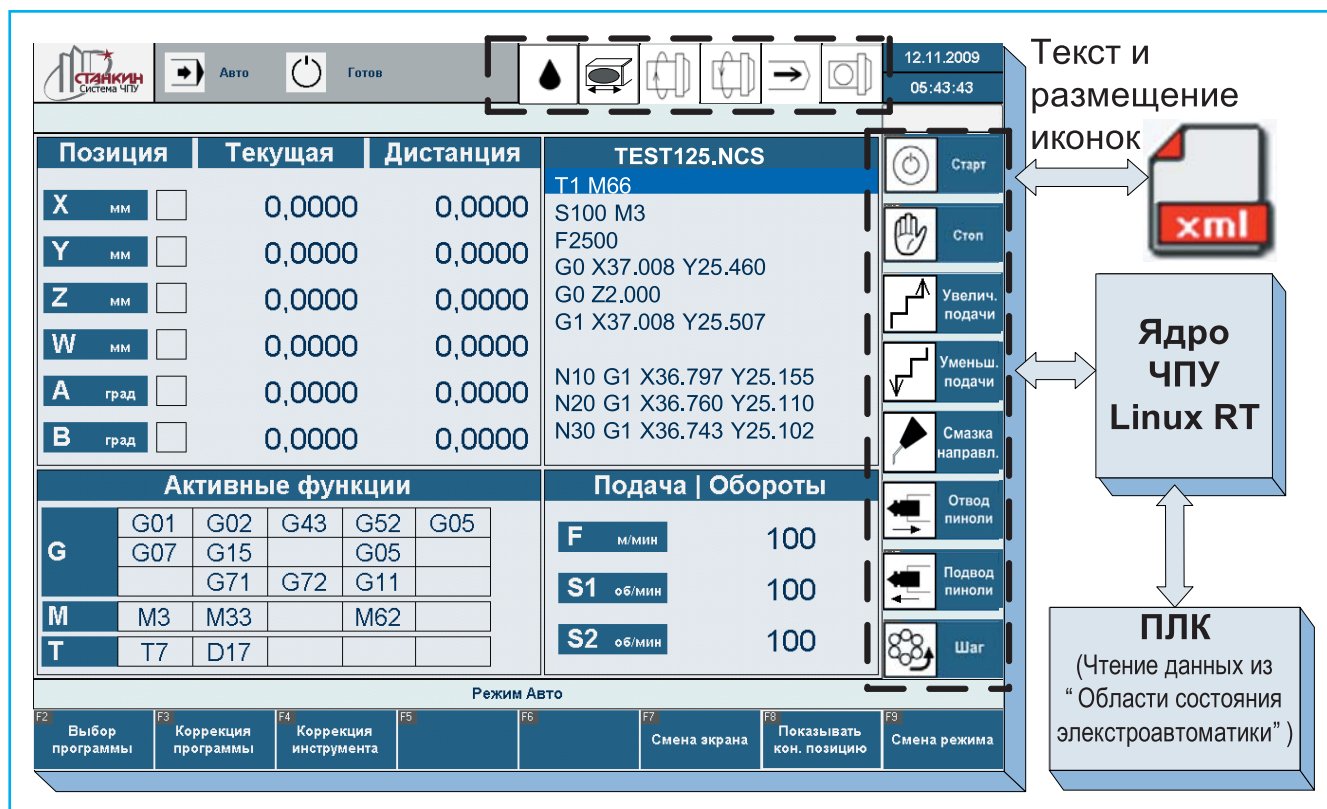


Рис. 2. Схема взаимодействия панели оператора, системы ЧПУ и ПЛК электроавтоматики станка

определенных байт-флагов о результате выполнения команды.

Панель оператора системы ЧПУ отображает текущее состояние подсистем электроавтоматики. Данные об этом состоянии предоставляет ядро системы ЧПУ, которое взаимодействует с ПЛК электроавтоматики станка [4]. Схема взаимодействия представлена рисунке 2.

Алгоритм выполнения пользовательской M-команды реализуется следующим образом: команда нажатия одной из M-клавиш поступает в ядро реального времени системы ЧПУ, далее перенаправляется в ПЛК. Контроллер, на основе заложенного в него алгоритма управления подсистемой, выдает на выходные регистры (в области состояния электроавтоматики) соответствующие результату данные. Далее эти данные через ядро поступают на терминальную часть. Здесь в соответствии с информацией о тексте и иконках из XML файла настроек производится визуализация на панели оператора.

Предложенный подход характеризуется потребностью небольшого объема памяти контроллера. В представленном примере таблица в области меток занимает не более 350-ти байт.

Управление электроавтоматикой фрезерных станков на примере станка MC-400

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр MC-400 предназначен для выполнения фрезерных, сверлильных, расточных операций на заготовках средних размеров [5].

Обрабатывающий центр MC-400 (рис. 3) имеет следующие объекты управления электроавтоматики: дверь фронтальная 1; дверь боковая левая 2; дверь боковая правая 3; пневмоцилиндр зажима 4; магазин инструментов 5; шторка магазина 6.

В рамках решения логической задачи с использованием ПЛК С10М необходимо обеспечить: автоматическую



Рис. 3. Общий вид обрабатывающего центра MC-400 с системой ЧПУ "АксиОМА Контрол"

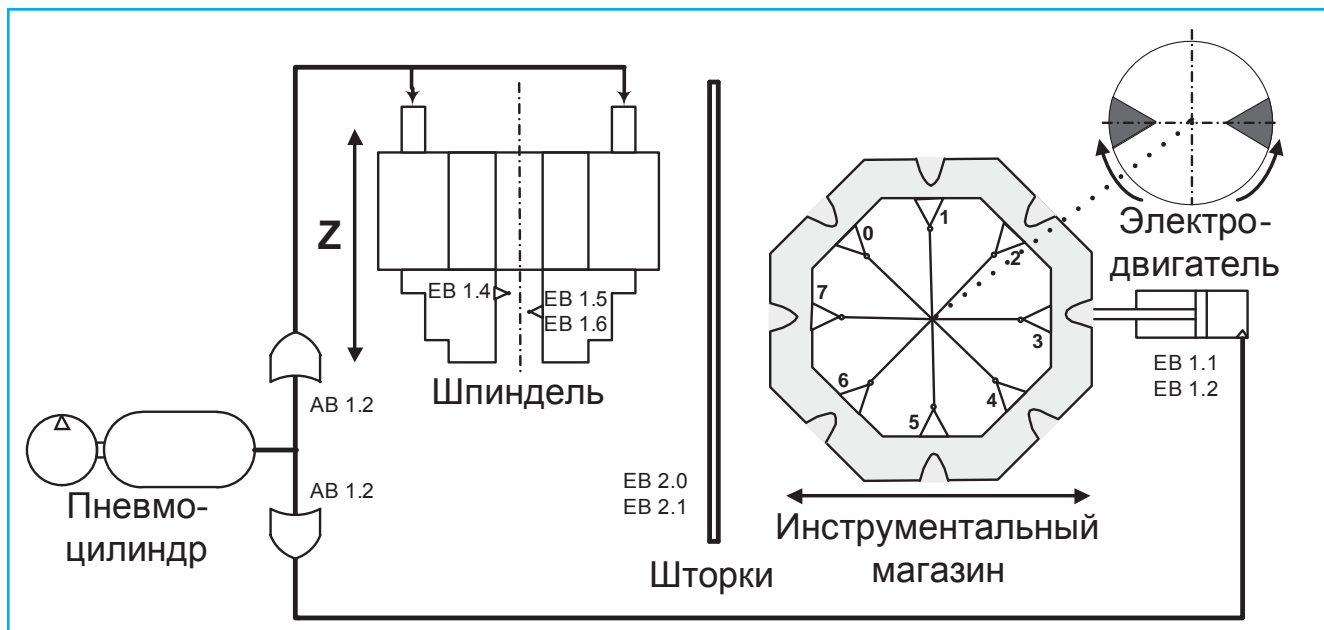


Рис. 4. Механизм смены инструмента
смену инструмента; ручную смену инструмента; контроль безопасности при работе на станке.

Автоматическая смена инструмента

Обрабатывающий центр М400 оснащен инструментальным магазином, рассчитанным на 8 позиций (рис. 4).

Автоматическая смена инструмента осуществляется путем управления магазином инструментов (подвод/отвод, вращение), шторкой ограждения инструментального магазина (открыть / закрыть), шпинделем (подвести / отвести в положение смены). Алгоритм управления данными исполнительными механизмами представлен на рисунке 5.

Управление электроавтоматикой токарных станков на примере станка 16А20Ф3

Токарный станок 16А20Ф3 предназначен для токарной обработки в полуавтоматическом режиме наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем различной сложности в мелкосерийном и серийном производстве [6].

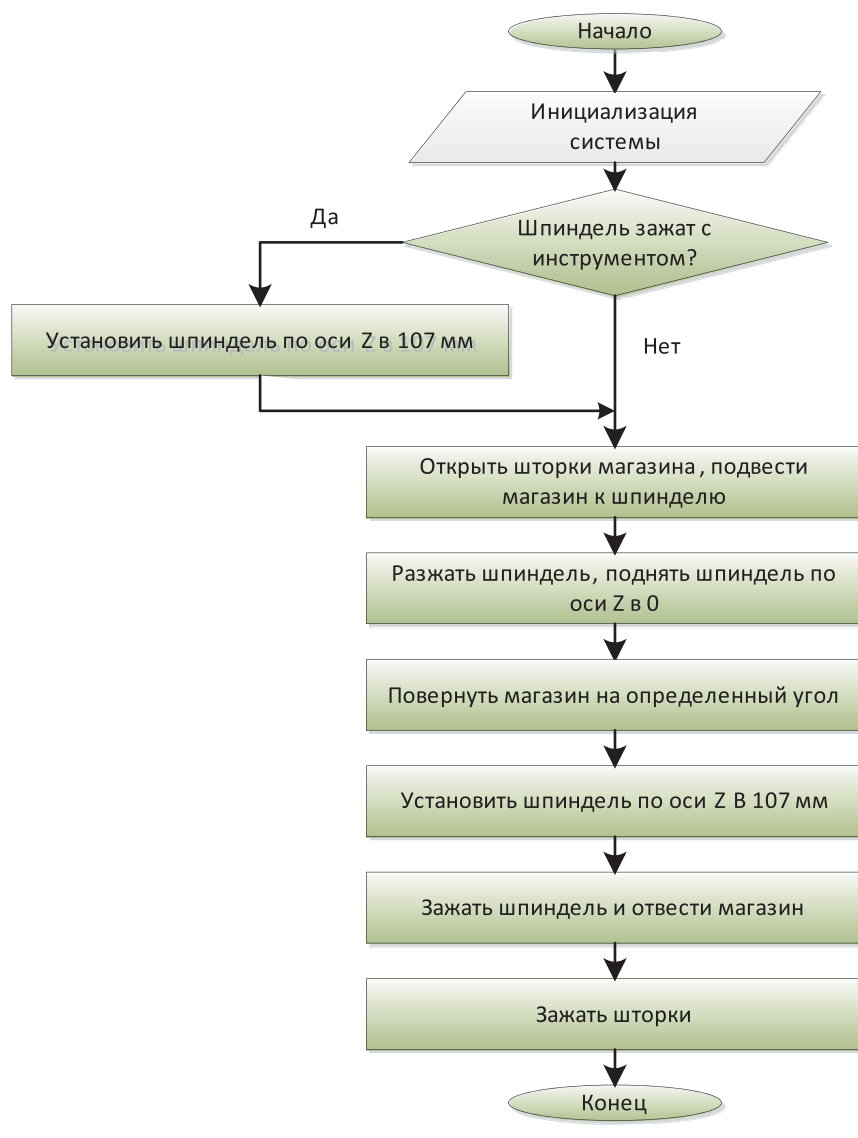


Рис. 5. Алгоритм автоматической смены инструмента

На рисунке 6 представлены объекты управления станка 16А20Ф3: защитное ограждение 1; шпиндель 2; резцедержатель 3; педали продольного перемещения пиноли 4; задняя бабка 5.

Система цикловой электроавтоматики станка выполняет: автоматическую смену инструмента, подачу смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), продольное перемещение центра пиноли задней бабки в ручном режиме управления и другие.

Станок оснащен 8-ми позиционной инструментальной головкой. Цикл автоматической смены инструмента (рис. 7) заключается в повороте головки (поиск требуемого инструмента) и фиксации ее положения (требуемый инструмент найден). Алгоритм управления представлен на рисунке 8.

Данный алгоритм работает с входными сигналами ЕВ0.0–ЕВ0.7. Данные сигналы поступают с механизма смены инструмента и сообщают об актуальном номере инструмента. Если требуемый инструмент не найден, то на электродвигатель сообщается сигнал АВ1.0,

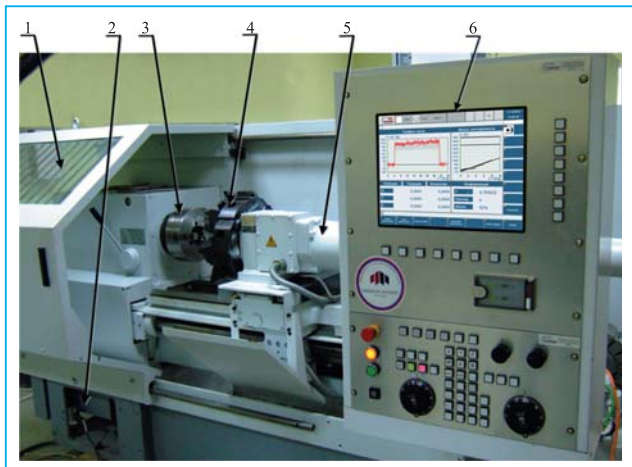


Рис. 6. Общий вид станка 16А20Ф3

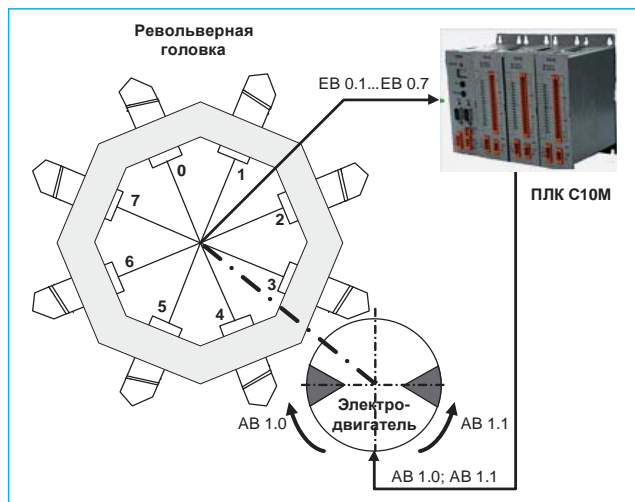


Рис. 7. Автоматическая смена инструмента

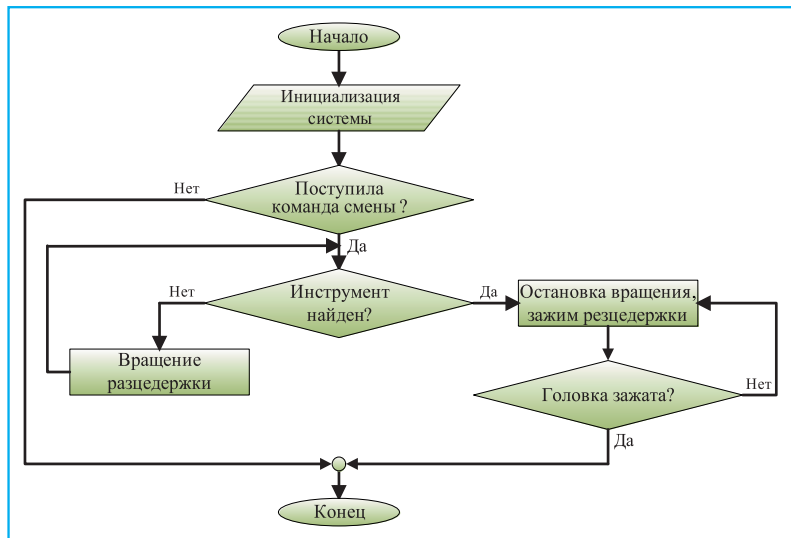


Рис. 8. Алгоритм автоматической смены инструмента

и инструментальная головка продолжает движение по часовой стрелке. Если же требуемый инструмент найден, то осуществляется реверсивное движение инструментальной головки по сигналу АВ0.1 до фиксации инструмента в гнезде.

Смазка шпинделя и направляющих. Применение смазочно-охлаждающей жидкости обеспечивает эффективную эксплуатацию металлорежущего оборудования и повышает качество обрабатываемой поверхности при соблюдении заданной точности. В комплектацию станка входят система централизованной смазки направляющих (уменьшение трения соприкасающихся поверхностей), система подачи СОЖ в зону резания (охлаждение режущего инструмента и обрабатываемой заготовки) и подача масла в коробку передач при работе шпиндельного узла. Алгоритм работы механизма смазки инструмента показан на рисунке 9.

Продольное перемещение пиноли. Для обработки габаритных деталей на станке применяется центр для поддержания, вставляемый в пиноль задней бабки. В режиме ручного управления заготовку закрепляют с помощью выдвижения центра пиноли. Его продольное перемещение осуществляется с помощью 2-х педалей (левой и правой). При одновременном нажатии обоих педалей центр

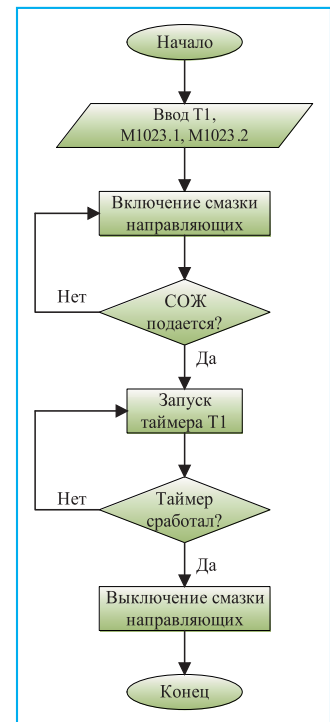


Рис. 9. Алгоритм подачи СОЖ на направляющие

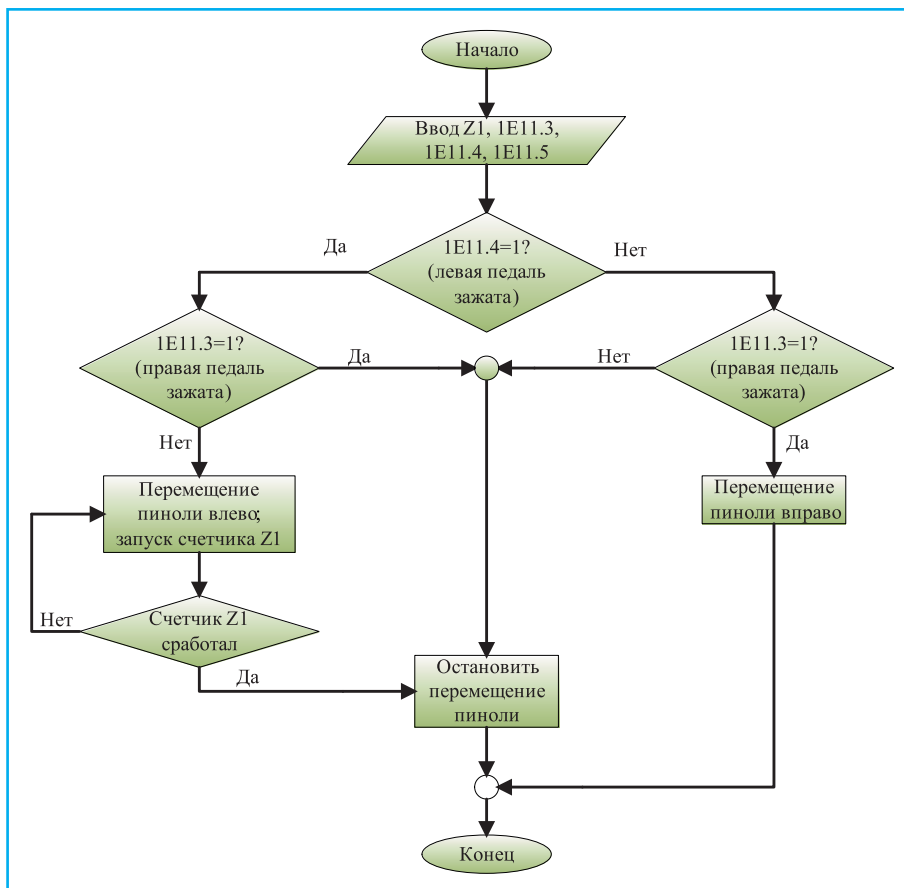


Рис. 10. Алгоритм продольного перемещения пиноли

пиноли не перемещается. Алгоритм продольного перемещения пиноли показан на рисунке 10.

Заключение

Предложенное распределение памяти достаточно универсально и может быть адаптировано для различных наборов средств электроавтоматики без внесения дополнительных изменений в ядро системы ЧПУ. Преимуществом представленного подхода, также является небольшой требуемый объем памяти контроллера, с которым реализуется изложенный механизм.

Декомпозиция логической задачи и реализация базовых алгоритмов электроавтоматики позволяет существенно сократить время привязки системы управления к конкретному оборудованию. В частности, механизм смены инструмента присутствует на широкой номенклатуре станков, поэтому выделение общих действий, производимых при смене инструмента, позволяет

создать базовый цикл электроавтоматики, который может быть адаптирован для использования на любом станке.

Работа выполнена по Госконтрактам № П717 и № П1313 на проведение НИР в рамках ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009–2013 годы.

Список литературы

1. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления: Учебное пособие. М.: Логос, 2005.
2. 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. № 7, 2010.
3. Мартинов Г.М., Козак Н.В. Декомпозиция и синтез программных компонентов электроавтоматики // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. № 12, 2006.
4. Мартинов Г.М., Мартинова Л.И. Современные тенденции в области числового программного управления станочными комплексами // СТИН. № 7, 2010.
5. Техническая документация на станок МС-400.
6. Техническая документация на станок 16А20Ф3.

Георгий Мартинович Мартинов – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедры

E-mail: martinov@ncsystems.ru;

Рамиль Амирович Нежметдинов – канд. техн. наук, доцент

E-mail: neramil@ncsystems.ru;

Николай Владимирович Козак – канд. техн. наук, доцент

E-mail: kozak@ncsystems.ru;

Роман Львович Пушков – старший преподаватель

*E-mail: pushkov@ncsystems.ru
ГОУ ВПО МГТУ "Станкин"*