

то оптимальным регулятором будет реальный ПИД-регулятор с передаточной функцией [3]:

$$W_p^{\text{opt}}(p) = \frac{(T_1 p + 1)(\tau_y p + 1)}{K_{\text{об}} 2T_{\text{зд}} p \left(\frac{T_{\text{зд}}}{2} p + 1 \right)},$$

где $T_{\text{зд}} = \gamma \tau_y$, а $\gamma \leq 1$.

При этом $T_{\text{им}} = 2T_{\text{зд}}$, а выбор численных значений $T_{\text{зд}}$ производят с учётом ряда чисел правила золотого сечения, приняв за целое τ_y , на основе заданных показателей качества при отработке скачка задания.

1. Стефани, Е.П. Основы расчёта настройки регуляторов теплоэнергетических процессов/Е.П. Стефани. – М.: Энергия, 1972. – 372 с.

2. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования / Г.Т. Кулаков. – Минск: УП Технопринт, 2003. – 134 с.

3. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. пособие / Г.Т. Кулаков [и др.]; под ред. Г.Т.Кулакова. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 238 с.: ил.

УДК 621.9.06

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ПРОЦЕССАМИ РЕЗАНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Каштальян И.А., Романенко В.И., Литвинов А.Ю.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Программное обеспечение (ПО) в значительной степени определяет уровень устройства числового программного управления (УЧПУ). Создание развитого ПО УЧПУ является весьма трудоемкой задачей, и поэтому его построение осуществляется по блочно-модульному принципу с максимальной независимостью модулей и обеспечением их универсальности. С точки зрения применимости к различным видам оборудования ПО можно разделить на две части. К первой части относится базовое ПО, общее для различных видов оборудования; ко второй – групповое (технологическое) ПО, ориентированное на определенную группу станков.

В функции базового ПО входит обеспечение взаимодействия аппаратуры и функциональных программ ЧПУ, а также определение стандартных способов взаимодействия между программами, выполняемыми в реальном времени. Ядро базового ПО (диспетчер) обеспечивает мультипрограммирование процессов ЧПУ: обработка прерываний, временные отсчеты, запуск и приостановка программ, обмен сообщениями и т.п. В состав базового ПО входит ряд прикладных

программных модулей и блоков, общих для станков различных групп. К ним относится модуль интерпретации управляющей программы (УП), модуль управления электроавтоматикой, блоки интерполяции, управления приводами, ввода, вывода и редактирования УП и др.

Основными элементами технологического ПО являются технологические циклы и макроопределения, реализуемые в виде подпрограмм подготовительных G – функций. Увеличение объемов памяти и быстродействия УЧПУ позволяет создать развитые циклы для каждой группы станков, а внутри группы – для различных видов обработки. При этом в память УЧПУ вводятся данные по режимам обработки применительно к используемым режущим инструментам и алгоритмы их пересчета для ситуаций, свойственных определенным циклам.

Программные модули, реализующие разработанные математические модели и алгоритмы управления нестационарными процессами резания, входят в состав базового программного обеспечения [1]. Структурно они объединены в блок управления нестационарными процессами резания (БУНПР), который является автономным, обладает алгоритмической структурой, собственными данными и интерфейсной оболочкой. Взаимодействие этого блока с другими блоками УЧПУ осуществляется путем обмена информацией.

Информация каждого нового кадра поступает из блока ввода на преобразователь кодов (интерпретатор) в двоично-десятичном коде и в соответствии с адресами пересылается в блок интерполяции, блок задания скорости и БУНПР. В БУНПР информация будет заноситься при наличии в кадре УП адреса (адресов) параметра (параметров) кинематически нестабильного процесса резания (рисунок).

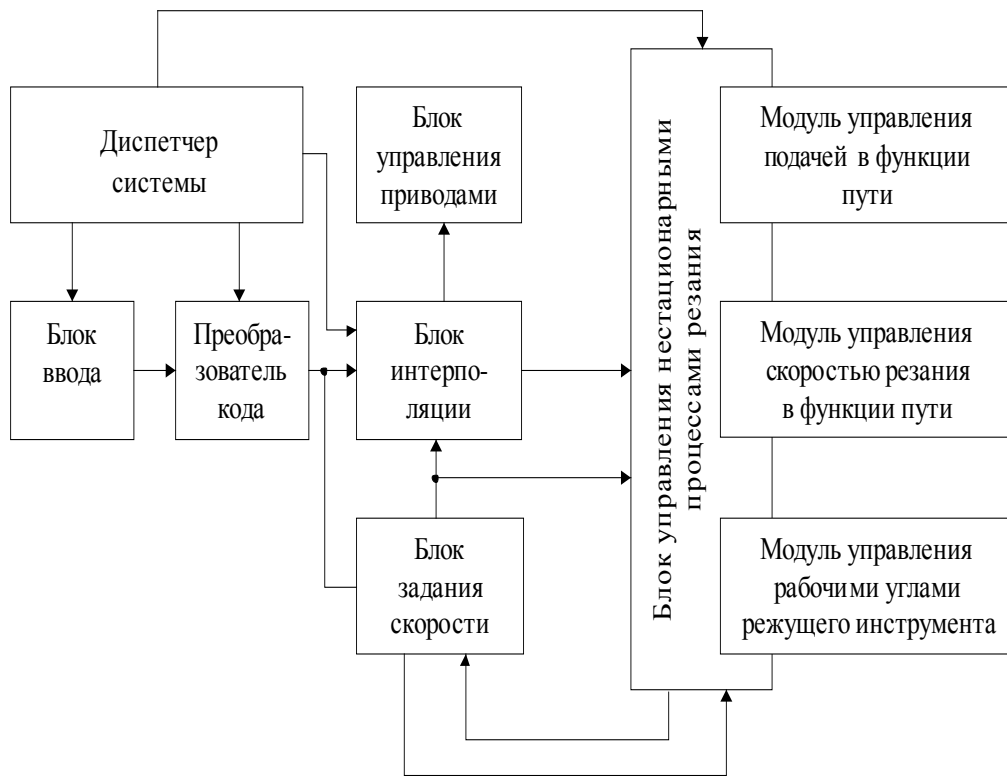


Рисунок – Схема взаимодействия модулей управления нестационарными процессами резания с другими модулями микропроцессорного УЧПУ

В процессе обработки каждого кадра УП блок интерполяции выдает импульсы унитарного кода на блок управления приводами с частотой, зависящей от частоты импульсов, поступающих из блока задания скорости. После каждого импульса из блока задания скорости текущее значение параметра в БУНПР увеличится на единицу. Когда оно станет равным значению параметра, поступающего на блок интерполяции из блока ввода через интерпретатор, в БУНПР управляющее воздействие (подача или частота вращения шпинделя) увеличится или уменьшится в соответствии со знаками на единицу дискретности. Его новое значение передается на блок задания скорости.

Интерфейс модулей, входящих в состав БУНПР, строится с помощью объектов двух классов: класса объект–переменная и класса объект–процесс. Каждый объект первого класса соответствует одной из переменных модуля. А каждый объект второго класса – одному конечному автомату, состояние которого есть состояние модуля, а переходы означают смену состояний.

Переходы при этом инициируются функциями внешних модулей (диспетчера) или органами управления УЧПУ. Такая структура интерфейса предполагает следующие возможности: модули БУНПР могут взаимодействовать с помощью собственных интерфейсов через единую коммуникационную среду, представляющую собой, по сути, виртуальную

машину; одни модули могут управлять переходами других модулей в новое состояние (например, в состояние сброса, готовности запуска, работы, выхода из строя и др.) Каждый из модулей имеет свою область применения и включается путем задания соответствующих параметров [2].

В качестве идентификаторов этих параметров выбираются символы адресов кода ИСО-7 бит, которые не использованы для кодирования стандартных функций управления для конкретного сочетания станок – УЧПУ. Причем параметры задаются в кадре УП при детерминированном управлении либо формируются автоматически в системах адаптивного управления. При организации циклов механической обработки с включением в процесс резания кинематической нестабильности взаимодействие модулей БУНПР с модулями технологического программного обеспечения осуществляется посредством аппарата параметрического программирования с использованием формальных параметров, а также условных и безусловных переходов [3].

1. Каштальян, И.А. Математические модели и алгоритмы управления нестационарными процессами формообразования на станках с ЧПУ/ И.А. Каштальян // Автоматизация и современные технологии. – 2006. – № 6. – С. 18–24.

2. Каштальян, И.А. Повышение эффективности использования станков с ЧПУ в условиях нестационарного резания / И.А. Каштальян. – Минск: БНТУ, 2008. – 311 с.

3. Каштальян, И.А. Программирование и наладка станков с числовым программным управлением: учебно-методическое пособие/ И.А. Каштальян. – Минск: БНТУ, 2015. – 135 с.

УДК 621.9.06

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТОЧНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Каштальян И.А., Шпак А.В., Павловский А.Б.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

При изготовлении нежестких деталей на токарных станках с числовым программным управлением (ЧПУ) применение находят методы