

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Шорохов Николай Александрович*

студент

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

университет «Московский институт

электронной техники»

техник

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский

институт физико-технических и

радиотехнических измерений»

г. Москва

### ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

*Аннотация:* в статье рассматриваются цифровые системы автоматического управления. Показаны основные особенности таких систем, а также приведены примеры современных измерительных устройств.

*Ключевые слова:* система управления, управляющая ЭВМ, сигнал, цифровая информация, преобразование.

Многие задачи в системах управления требуют формирования таких сложных законов управления объектами, которые не могут быть реализованы традиционными элементами и устройствами автоматики. Так, например, в системах управления движущимися объектами требуются сложные вычисления с преобразованием координат, решением прямоугольных и сферических треугольников, счислением пути и т. п. Очень сложные вычисления производятся в адаптивных системах управления. Эти задачи решаются с помощью современных средств вычислительной техники, вводимых в контур управления динамической системой или используемых для разнообразных расчетов и поисков оптимальных решений.

Системы управления, в состав которых входят ЭВМ или иные устройства, осуществляющие обработку цифровой информации, принято называть цифровыми системами автоматического управления.

Форма представления и способ обработки информации определяют основную особенность работы цифровых систем и методов синтеза цифровых регуляторов. Дискретный характер сигналов в управляющей ЭВМ вызывает необходимость использования дискретных алгоритмов управления, которые могут быть построены преобразованием соответствующих непрерывных регуляторов. Вместе с тем использование ЭВМ в контуре обратной связи приводит к целому ряду особенностей цифровой системы, обусловленных спецификой взаимодействия ее функциональных элементов, а для построения аналитической модели цифровой системы необходимо принимать во внимание аппаратные средства системы и процессы обмена информацией между ними [2].

Укрупненная схема цифровой системы управления содержит управляющую ЭВМ, объект управления ОУ, устройство ввода информации УВ и устройство, предназначенное для сопряжения ЭВМ с объектом, получившее название устройства сопряжения УС. Управляемый процесс (объект), как правило, имеет аналоговую природу, и связанные с ним сигналы  $y(t)$  и  $u(t)$  являются аналоговыми. Управляющая ЭВМ (а равно и любое другое цифровое устройство) имеет дело только с цифровой информацией, и сигналы на ее входах  $N_u$  и выходах  $N_y$  представлены цифровым кодом.

К современным измерительным устройствам относятся разнообразные датчики аналоговой природы, выходом которых являются электрические сигналы постоянного или переменного тока  $y(t)$ , кодовые датчики, обеспечивающие получение параллельного цифрового кода  $N_y$ , а также импульсные измерительные устройства, на выходе которых получается импульсная последовательность  $ny$  [3].

Центральным элементом системы является управляющая ЭВМ, которая по заданному алгоритму осуществляет обработку информации от измерительных устройств и выполняет функции устройства управления (цифрового регулятора).

Важнейшими модельными особенностями управляющей ЭВМ как цифрового регулятора являются ее дискретность, циклический характер обработки информации и наличие запаздывания в процессе обработки сигналов. Дискретность обусловлена квантованием по уровню и времени всех вычислительных процессов, а, следовательно, и дискретным характером сигналов на входе  $Ny(kT)$  и выходе ЭВМ  $Nu(kT)$ . Интервал квантования по времени задается с помощью таймера, а приращение по уровню зависит от разрядности ЭВМ. Для ЭВМ с достаточно большой разрядной сеткой квантованием по уровню обычно пренебрегают [2]. Тогда сигналы  $Ny(kT)$  и  $Nu(kT)$  рассматриваются как стандартные амплитудно-модулированные импульсные последовательности (решетчатые функции).

Запаздывание, вносимое управляющей ЭВМ, вызвано потерями времени на ввод-вывод информации и вычисление управления по заданному алгоритму. С учетом запаздывания выходом ЭВМ следует считать дискретный сигнал  $Nu(kT - \tau)$ , смещенный относительно идеального сигнала на величину  $\tau$ . Для упрощения модели системы запаздыванием либо пренебрегают, либо полагают равным одному интервалу дискретизации с выходным сигналом  $Nu((k-1)T)$ .

В функции устройств сопряжения с объектом входит промежуточное хранение цифровой информации и (при необходимости) преобразование аналоговых сигналов в цифровые и обратно.

Основной особенностью цифровой системы является способ обработки информации в регуляторе (управляющей ЭВМ), который предусматривает использование только арифметических операций и позволяет реализовывать алгебраические алгоритмы управления, включая рекуррентные процедуры решения разностных уравнений. При этом возможность непосредственной реализации динамических алгоритмов управления, записанных в виде дифференциальных либо интегральных уравнений, исключается, и подобные алгоритмы также должны быть приведены к рекуррентной форме.

Таким образом, цифровой способ обработки информации вызывает необходимость использования дискретных моделей регуляторов. Учитывая непрерывную природу большинства реальных управляемых процессов, модельная особенность цифровой системы заключается в том, что она является дискретно-непрерывной, и описывается как разностными, так и дифференциальными уравнениями. Сопряжение этих двух частей модели осуществляется с помощью квантователя и экстраполятора нулевого порядка, а также звена запаздывания для учета задержки обработки информации.

Указанные выше особенности моделей цифровых систем и их дискретно-непрерывная природа обуславливают основные трудности анализа и проектирования. В связи с этим нашли распространение два подхода к исследованию цифровых систем:

- с использованием теории непрерывных систем;
- с использованием теории дискретных систем [1].

Первый подход предусматривает построение непрерывного регулятора, и его последующую дискретизацию. Основным недостатком такого подхода заключается в наличии определенной методической ошибки при замене непрерывной функции  $y(t)$  кусочно-постоянной функцией, и не позволяет учесть эффекта запаздывания цифрового регулятора. Тем не менее, этот подход получил широкое распространение ввиду его простоты и возможности достижения хорошего качества процессов при использовании быстродействующих вычислительных устройств с малым значением интервала квантования  $T$ .

Второй подход предполагает дискретизацию самого объекта управления, а затем синтез.

### ***Список литературы***

1. Губанов Д.А., Стешенко В.Б., Храпов В.Ю., Шипулин С.Н. Перспективы реализации алгоритмов цифровой фильтрации на основе ПЛИС фирмы ALTERA. // Chip News, №9-10, 1997, с. 26-33.

2. Методические указания к выполнению курсового проекта и содержанию пояснительной записки по курсу Микросхемотехника ЦИС, ред. 2011г;

**Научные исследования: от теории к практике**

3. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 528с.: ил;