

## Моделирование цифровых автоматических систем в терминах сетей Петри

**Скородумов Павел Валерьевич** - кандидат технических наук, доцент кафедры Автоматики и вычислительной техники Вологодского государственного технического университета (г.Вологда)

**Аннотация:** В данной статье проведен анализ возможностей использования аппарата сетей Петри (СП) для моделирования цифровых автоматических систем (ЦАС). Рассмотрены составляющие ЦАС и их реализация в терминах СП.

**Ключевые слова:** цифровые автоматические системы, сети Петри.

Использование цифровых вычислительных машин (ЦВМ) для управления объектами имеет большие перспективы [1]. Это объясняется значительными вычислительными и логическими возможностями ЦВМ, позволяющими реализовывать сложные алгоритмы управления.

Системы автоматического управления (САУ) с цифровым ЭВМ или ЦВУ называются цифровыми системами автоматического управления или цифровыми автоматическими системами [2].

ЦАС можно представить в виде взаимодействующих между собой непрерывной и цифровой (дискретной) частей. Первая представляет собой набор типовых динамических звеньев. В состав цифровой части помимо ЦВУ входят АЦП и ЦАП, преобразующие непрерывный сигнал в дискретный и обратно. Рассмотрим возможность их реализации в терминах СП.

Под динамическим звеном понимается устройство любого физического вида и конструктивного оформления, описываемое определенным дифференциальным уравнением [1]. Уравнение динамики системы в целом можно получить из уравнений входящих в нее звеньев.

Весь набор динамических звеньев можно представить в терминах СП, используя для этого модифицированный аппарат вложенных гибридных сетей Петри (ВГСП). Так, используя численные методы нахождения определенного интеграла, а именно формулу трапеций, можно реализовать идеальное интегрирующее звено (рисунок 1) [3].

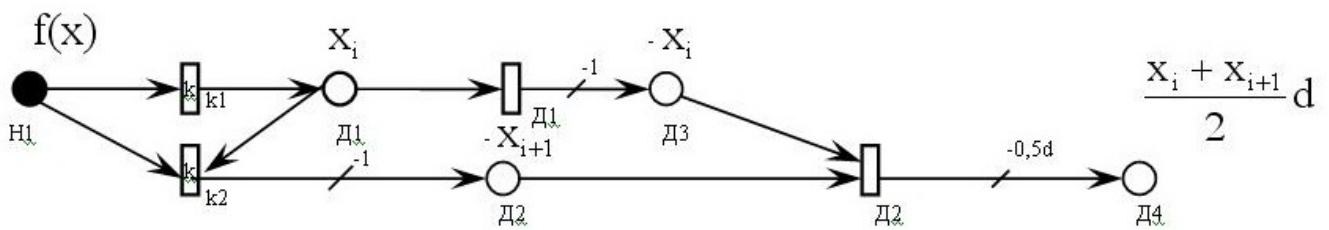


Рисунок 1. Идеальное интегрирующее звено

АЦП осуществляет преобразование входного непрерывного сигнала в цифровую форму. При этом выполняются три операции: квантование сигнала по времени, квантование сигнала по уровню и кодирование [2].

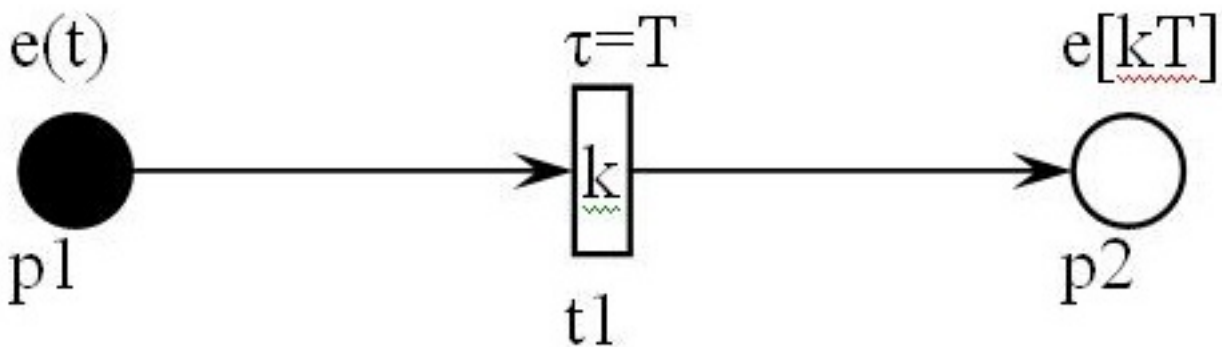


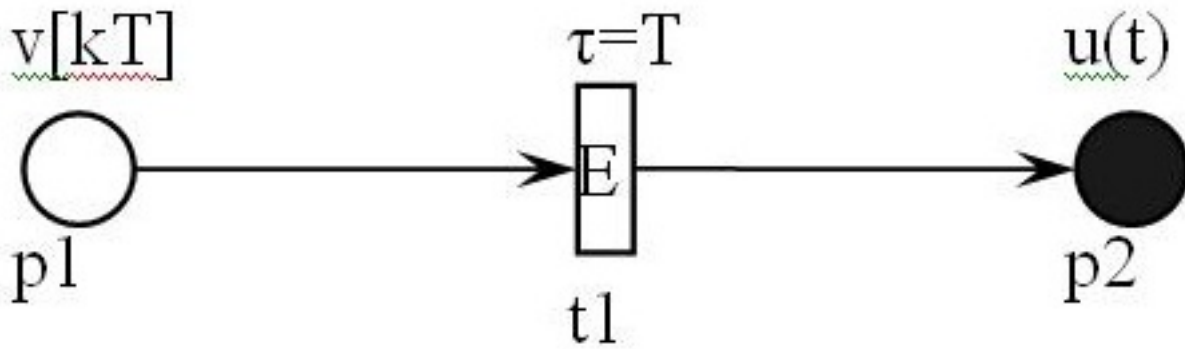
Рисунок 2. Переход квантования

Для преобразования непрерывного сигнала в дискретный в аппарате ВГСП введен переход квантования (рисунок 2). Это дискретный мгновенно срабатывающий переход, с определенным для него периодом квантования ( $\tau=T$ ). Входной для перехода должна быть дуга, не осуществляющая переноса непрерывного сигнала. Входной позицией для перехода квантования должна быть непрерывная позиция, несущая аналоговый сигнал, выходной – дискретная, отражающая мгновенные значения аналогового сигнала на входе в периоды квантования. Каждому переходу квантования должна быть сопоставлена функция  $Kvant : m(p_d) \rightarrow R^+$ , отражающая величину входного непрерывного сигнала в моменты срабатывания перехода в маркировке выходной дискретной позиции, такая функция одновременно осуществляет квантование сигнала по времени и по уровню, а также выполняет операцию кодирования; значение маркировки выходной для периода квантования дискретной позиции определяется следующим выражением:

$$e[k] = e(kT) = \{e[0], e[1], \dots, e[kT]\}. \quad (1)$$

ЦВУ можно рассматривать как дискретный преобразователь, переводящий входную последовательность чисел  $x[k]$  в выходную  $y[k]$  в соответствии с заложенной программой вычислений, представляющей собой алгоритм переработки информации [2].

С помощью модифицированного аппарата ВГСП можно наглядно представить работу ЦВУ, как выполнение алгоритма преобразования входной последовательности дискретных чисел в выходную.



$$u(t) = \begin{cases} v[0], 0 \leq t < T; \\ v[1], T \leq t < 2T; \\ \vdots \\ v[k], (k-1)T \leq t < kT. \end{cases} \quad (2)$$