

## БЛОКОВАЯ МОДЕЛЬ АСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Конопляник И. В.

Одинец Д. Н. – к. т. н., доцент

Задача разработки АСУ технологического процесса (ТП) является одной из самых трудоемких и наукоемких задач. Ввиду отсутствия возможности проведения полноценной отладки АСУ ТП (по экономическим, экологическим или моральным причинам) непосредственно на оборудовании существует необходимость моделирования автоматизированных систем. Предлагается обобщенная модель построения АСУ ТП на базе составных модулей, опирающихся на ядро системы.

Принимая во внимание функциональную особенность АСУ ТП как объекта моделирования (наличие отдельных приборов, буферов, передающих линий, фреймов и пр.) будем описывать указанную систему в терминах теории сетей массового обслуживания (СеМО). Так, передающая система («ядро») АСУ ТП в простейшем случае (режим прямого управления через управляющую программу) может быть представлена в форме (рисунок 1):

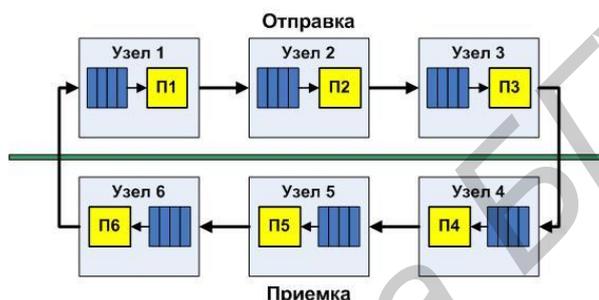


Рис. 1 – Структурная схема АСУ ТП в терминах СеМО.

Опишем представленную сеть более детально:

- «Узел 1»: программная реализация подготовки данных для передачи на драйвер.

В данном случае в качестве очереди перед прибором П1 выступает некоторый программный буфер, куда складываются полученные от внешнего приложения данные. Прибор П1 осуществляет подготовку данных к отправке.

- «Узел 2»: непосредственно драйвер устройства, осуществляющего отправку данных на линию.

В качестве очереди прибора может рассматриваться внутренний буфер драйвера. А в качестве прибора П2 сам драйвер (низкоуровневая работа с устройством).

- «Узел 3»: передающее на линию устройство.

Аппаратная реализация устройства, осуществляющего отправку данных (сообщений/фреймов) на линию. В данном случае очередь может рассматриваться как внутренний буфер устройства, куда складываются данные для одновременной отправки после получения некоторого управляющего события. П3 при этом можно рассматривать как реализация аппаратной части Мастера (например, сетевой адаптер, PCI CAN Master и пр.).

- Узлы 4 – 6 аналогичны узлам 1 – 3, но в противоположном направлении: вместо отправки данных – получение датаграмм с технологической линии.

Таким образом, описываемая система характеризуется набором дискретных состояний. Будем считать, что текущее состояние каждого из узлов модели протекает независимо от предыстории состояний, в которых система находилась. Что дает право привлечение математического аппарата Марковских процессов.

Каждый из узлов описанной схемы (рисунок 1), может быть описан через сеть, представленную на рисунке 2. На примере узла, описывающего работу драйвера, соответствующая схема может быть описана в следующей форме: на вход драйвера поступают некоторые данные, которые складываются во внутреннем буфере и с некоторым интервалом времени посылаются в сторону технологической линии; после обработки данных драйвером и проверки на корректность подготовленных для отправки данных драйвер (в общем случае) может передать соответствующие данные на физический уровень (в сторону аппаратуры для непосредственно посылки) либо снова на вход в случае обнаружения различного рода ошибок (например, не верный пересчет контрольной суммы и пр.).

Таким образом, в общем случае каждый из математических блоков «ядра» АСУ ТП будет представлен в форме СеМО:

- Сеть разомкнутая двухузловая.
- Узлы  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  одноканальные.
- Накопитель в Узле 1 ограниченной емкости  $r=1$ .
- Дисциплина буферизации – с потерей заявок в случаях, когда накопитель заполнен.
- Поток заявок однородный с интенсивностью  $\lambda_0$ .

Предположения и допущения:

- В разомкнутой СеМО при любой нагрузке существует стационарный режим, так как в узлах сети не может быть бесконечных очередей.
- Длительности обслуживания заявок в узлах СеМО распределены по экспоненциальному закону с параметрами, представляющими собой интенсивности обслуживания:  $\mu_1 = \frac{1}{b_1}$  и  $\mu_2 = \frac{1}{b_2}$ .

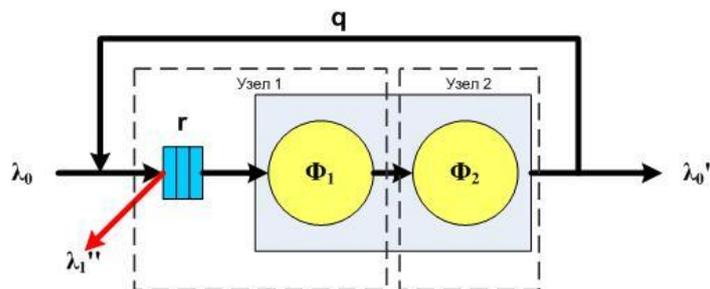


Рис. 2 – Структурный блок-элемент моделирования «ядра» АСУ ТП.

Где  $\lambda_0$  – интенсивность входящего потока заявок;  $r$  – емкость накопителя,  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  – обслуживающие приборы;  $\lambda_0'$  – интенсивность выходящего потока заявок;  $\lambda_0''$  – интенсивность отклоненного потока заявок ввиду заполненности накопителя;  $q$  – вероятность возврата в исходное состояние

Кодирование состояний случайного процесса: для описания состояний марковского случайного процесса будем использовать распределение заявок между узлами. Закодируем состояния следующим образом:  $(M_1, M_2)$ , где  $M_i = \{0, 1, 2\}$  – количество заявок в узле  $i$  («0» – узел свободен; «1» – на обслуживании в узле находится одна заявка; «2» – в узле находятся две заявки – одна на обслуживании и вторая в накопителе). При выбранном способе кодирования система может находиться в следующих состояниях:

- $E_0(0,0)$  – в СеМО нет ни одной заявки;
- $E_1(1,0)$  – в Узле 1 находится одна заявка;
- $E_2(2,0)$  – в Узле 1 находятся две заявки;
- $E_3(0,1)$  – в Узле 2 находится одна заявка;
- $E_4(1,1)$  – в Узле 1 и 2 находится по одной заявке;
- $E_5(2,1)$  – две заявки в Узле 1 и одна заявка в Узле 2.

На основании введенной системы кодирования состояний можно построить граф переходов (рисунок 3).

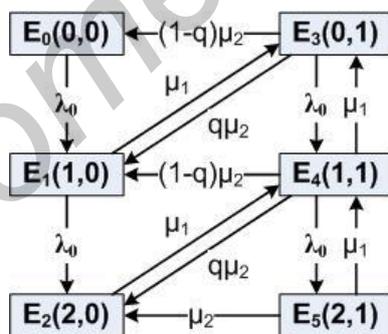


Рис. 3 – Граф переходов.

На основании полученного графа состояний определить основные узловые и сетевые характеристики с привлечение теории Марковских процессов в СеМО не представляет значительного труда.

Таким образом, в рамках работы была предложена модель построения АСУ ТП из составных блоков. В качестве «ядра» управляющей системы были выбраны логические блоки по обработке данных со стороны управляющей программы, драйвер устройств и конечные устройства пересылки / приемки данных с линии.

Для построения математической системы использовались 2 основных математических аппарата: сети массового обслуживания и Марковские цепи.

На базе предложенного аппарата построены отдельные «модельные» узлы, моделирующие основные «управляющие» элементы рассматриваемой системы.

Список использованных источников:

1. Окольнішников В.В. // Вычислительные технологии. 2004. Т. 9, № 5. С. 82-101.
2. Олзоева С.И. Распределенное моделирование в задачах разработки АСУ. // - Улан-Удэ, ВСГТУ. 2005. – 185 с.
3. Криволапов А., Кривонос А., Пирогов А., Безюченко С., Шахов С., Каплунов Ю. // СТА. 2009. № 4. С. 20-24
4. Литвинов А., Звольский Л., Масютин Е., Кодолов А. // СТА. 2010. № 1. С. 82-87.