

## **ОБОБЩЕННЫЙ ПРОТОКОЛ УПРАВЛЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ В СЛОЖНЫХ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

к.т.н. Е.А Дружинин, В.В. Лось, В.Н. Левдик  
( представил д.т.н., проф. О.Е. Федорович )

Рассматриваются обобщенные модели, связанные с функционированием сложной системы, с процессами управления и передачи информации. Предлагается подход к построению обобщенного алгоритма функционирования системы, который служит, в дальнейшем, формализованной моделью для системного моделирования.

Учет процессов управления в сложных социотехнических системах (ССТС) - важный фактор, обуславливающий основные системные характеристики [1]. Существующие подходы к анализу ресурсов узлов и системы в целом связаны с расчетом процента занятости устройств на полном цикле управления. Однако, для оценки управляемости системы необходимо учесть неравномерность поступления задач управления в системе в процессе решения функциональных задач (ФЗ). Возникает проблема определения общей загрузки узлов системы в процессе решения задач функционирования и управления с учетом неравномерности во времени поступлений задач на обработку.

Подобный класс задач обычно решается методами динамического моделирования. Наиболее качественные результаты для оценки функционирования и управления дает метод имитационного моделирования (ИМ). Наибольшей сложностью при использовании ИМ является построение исходных моделей. Далее описывается алгоритм формирования полной модели работы ССТС в процессе достижения конкретной цели, учитывающая параллельность решения задач функционирования и управления.

Большое количество задач, параллельно решаемых в системе, не может быть обеспечено ресурсами по управлению одного управляющего узла. Необходимо получить универсальный аппарат, позволяющий синтезировать полные алгоритмы работы системы с учетом особенно-

© к.т.н. Е.А Дружинин, В.В. Лось, В.Н. Левдик, 1998

стей организационной структуры, специализации ее элементов, делегирования полномочий по управлению между уровнями и элементами, а также структуры алгоритмов функционирования системы. Был выделен элементарный протокол управления между двумя узлами.

Для получения формализованного описания всех типов моделей системы необходимо осуществить выбор языка описания. Наиболее полно требованиям к языку описания системной функциональной модели, модели передачи информации и формированию полного протокола управления соответствует язык регулярных схем алгоритмов (РСА [2]).

В языке РСА в общем случае алгоритм  $R_i$  представляется как:

$$R_i = F\left(y_i; x_k; e; \emptyset; 1; 0; \dot{Y}; \hat{Y}; \check{Y}; \overset{*}{Y}\right),$$

где:  $y_i$  - операторы, составляющие основной базис  $Y$ ;

$x_k$  - условия переходов по алгоритму;

$e$  - единичный оператор, описывающий переход по алгоритму без выполнения основного оператора;

$\emptyset$  - пустой оператор, который может представляться как останов;

$0, 1$  - тождественно ложное и тождественно истинное состояние;

$\overset{v}{\dot{Y}}, \overset{*}{\hat{Y}}, \overset{*}{\check{Y}}, \overset{*}{Y}$  - сигнатура базовых операций, описывающих правила перехода по алгоритму (последовательное выполнение, дизъюнкция, конъюнкция и итерация соответственно).

Введем следующие основные понятия. Организационная структура (ОС) - это система подчиненности узлов всех уровней представления, с учетом делегирования полномочий, учитывающая систему каналов связи и передачи данных. Функциональная модель (ФМ) - это алгоритмы достижения цели, описанные в базисе функциональных задач. Модель потоков информации - это ФМ, описанная в базисе элементов ОС. Протокол управления - это алгоритм взаимодействия управляющих и исполнительных элементов, описанный в базисе функциональных задач и элементов ОС, их выполняющих. Делегирование полномочий - распределение ответственности за результаты решения задачи между элементами ОС, в условиях параллельности процессов.

Методика формирования протокола управления включает в себя следующие этапы:

1) формирование формализованной модели алгоритмов функциональной модели сложной социотехнической системы;

- 2) формирование модели ОС;
- 3) отображение ФМ на модель ОС путем закрепления ФЗ за конкретными узлами - исполнителями;
- 4) формирование модели потоков информации (МПИ) с учетом системы связи и передачи данных ОС;
- 5) проведение анализа распределения полномочий по управлению между всеми узлами ОС;
- 6) формирование типовых протоколов управления и распределение их в системе;
- 7) формирование обобщенного протокола для достижения целей системы.

Язык РСА позволяет осуществлять формирование всех типов моделей, взаимное отображение между ними, и осуществлять преобразование алгоритмов.

Особое внимание следует обратить на формирование протоколов управления. Анализ всех вариантов взаимодействия между управляющими элементами и исполнителями в системах, позволил построить обобщенный элементарный протокол управления, который в языке РСА имеет вид:

$$Y_c = Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \cdot Y_4 \cdot [Y_5 \wedge Y_6] \cdot Y_7 \cdot Y_8 ,$$

где: **Y1** - активизации узла; **Y2** - подготовка к решению задачи; **Y3** - доклад узла о готовности к решению задачи; **Y4** - команда о запуске задачи; **Y5** - выполнение задачи; **Y6** - доклад о начале выполнения задачи; **Y7** - доклад о выполнении задачи; **Y8** - деактивизация узла.

Существует два аспекта рассматриваемой системы делегирования полномочий на макроуровне - это распределение задач управления ФЗ в процессе достижения цели системы и упрощение элементарных протоколов управления, связанное с уменьшением количества контрольных операций, которые отслеживаются управляющим узлом, за счет передачи части полномочий по контролю.

Модель движения потоков информации (ДПИ) формируется на основании ФМ и модели ОС. Необходимо решить задачу формирования маршрутов передачи информации между ФЗ в процессе функционирования системы. Эта задача может решаться либо разработчиком в интерактивном режиме путем задания заранее детерминированных маршрутов, либо путем применения оптимизационных методов маршрутизации. В этом случае определяется наиболее вероятный маршрут передачи данных. Таким образом, модель ДПИ отображает взаимодействие

узлов ОС, как по решению ФЗ, так и по передаче данных. При этом узлы могут представляться как исполнители задач и как источники и приемники информации. Передача информации может осуществляться с промежуточным накоплением информации. В этом случае промежуточные узлы должны осуществлять накопление данных, с последующей передачей следующему по цепочке промежуточных узлов на линии связи. В другом случае осуществляется принцип промежуточной трансляции. Тогда промежуточные узлы представляются как коммутаторы линий связи. Полученная модель ДПИ является основой для создания уточненной ФМ, в которой кроме задач, непосредственно функционирования узлов ОС, возникают задачи передачи данных. Далее необходимо рассмотреть систему делегирования полномочий, связанных с управлением передачей данных. На основании данного анализа формируются элементарные протоколы управления передачей данных.

Полная модель протоколов управления формируется в результате суперпозиции уточненной ФМ и частных протоколов управления и протоколов управления, связанных с делегированием полномочий. В результате выполнения всех перечисленных выше этапов формируется формализованная модель, которая является исходной для ИМ.

Для системы ИМ должны быть созданы полные протоколы управления для достижения системой всех поставленных целей, с учетом законов их появления и задается интервал моделирования.

Получение формализованных моделей позволяет автоматизировано решать вопросы синтеза и получение результатов с помощью компьютерных средств, что существенно сокращает затраты на проведение исследований при проектировании и разработке сложных систем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. - М.: Мир, 1978. - 311 с.
2. Глушков В.М., Цейтлин Г.Е., Ющенко Е.Л. Алгебра. Языки. Программирование. - К.: Наукова думка, 1978. - 184 с.