

МЕТОД АНАЛИЗА КОНФИГУРАЦИЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА СЕТЯХ ПЕТРИ

Мурадян И.А., Юдицкий С.А.

(Институт проблем управления РАН, г. Москва)

muradyan_igor@mail.ru

Обсуждается операционно-целевая модель конфигураций организационной системы, соответствующих стабильным периодам её развития. Результатом анализа модели является прогноз динамики достижения целей, поставленных перед системой; динамики потребления ресурсов и динамики изменения показателей деятельности системы. Модель базируется на формализме сетей Петри и индикаторных логических функций.

Ключевые слова: операционно-целевая модель конфигурации организационной системы, сети Петри, индикаторные логические функции

Введение

Одна из центральных проблем стратегического управления организационными системами¹ (ОС) заключается в построении моделей развития ОС и выборе на основе анализа этих моделей (с учетом возможных внешних воздействий на ОС и ситуаций внутри нее), приемлемых сценариев развития. Модели развития ОС отражают «неопределенность будущего», обусловленную изменениями, происходящими во внешней среде и внутри ОС. Для снятия неопределенности исследователь, работающий с

¹ Под организационной системой (организацией) согласно [5] понимается объединение людей, оснащенных техническими средствами (орудиями труда), совместно реализующими поставленные цели на основе определенных процедур и правил (механизмов функционирования).

«прогнозной» моделью ОС, на основе своих знаний и интуиции конкретизирует настроечные параметры модели и порождает вариант развития, которому соответствует множество сценариев (сценарное пространство). Из них выбирается предпочтительный вариант сценария.

В ходе итеративного моделирования (прогнозирования) может осуществляться, как корректировка исходной базовой модели развития ОС, так и переход на новую базовую модель. Результатом моделирования является формирование представлений о возможных путях развития ОС в будущем.

При создании базовых моделей развития ОС может быть эффективно использовано понятие *конфигурации*, введенное (применительно к ОС) и исследованное Г. Минцбергом и его коллегами [4]. Под *конфигурацией* понимается устойчивое комплексное состояние ОС, соответствующее периоду ее стабильного развития и характеризующее совокупностью различных факторов: поставленными целями, выпускаемой продукцией, потребляемыми ресурсами, применяемыми технологиями, кадровым составом, организационной структурой, схемами поведения и т.д.

Периоды стабильности прерываются трансформациями – «квантовыми скачками» в иную конфигурацию. Чередование конфигураций и переходных процессов трансформации образует жизненный цикл ОС.

Одним из подходов к прогнозному моделированию развития ОС является построение динамических моделей, эффективно сочетающих творческие возможности человеческого интеллекта (интуиция, знания, опыт) и методы имитационного моделирования. Исследователь создает исходную модель, формирует начальные условия и проводит имитационный эксперимент. На основе субъективной оценки результатов эксперимента принимается решение: продолжить исследование данной модели при иных начальных условиях или внести коррективы в модель. Процесс поиска продолжают до тех пор, пока не будет найдено «субъективно хорошее» решение.

Предпосылкой эффективного применения рассмотренного подхода является создание библиотеки типовых динамических моделей, обладающих наглядным графическим представлением. Такие возможности предоставляет формальный аппарат сетей Петри и их расширений [2,6].

В настоящей статье описывается метод прогнозирования развития ОС с применением аппарата сетей Петри. В рамках конфигурации строится общая динамическая модель развития на основе сетей Петри, с помощью которой определяется сценарное пространство и прогнозируется динамика достижения целей, динамика потребления ресурсов и динамика изменения оценочных показателей результатов деятельности ОС [1]. Сопоставляя эти динамики, исследователь выбирает «хороший» сценарий.

1. Моделирование конфигураций организационных систем

Функционирование ОС в рамках конфигурации представляет собой циклический процесс, заключающийся в повторении внутриконфигурационных циклов (K -циклов). K -цикл имеет стандартную временную протяженность (например, 1 год) и состоит из целенаправленных действий – операций $p_i, i = 1, \dots, h$. Операции выполняются в определенном порядке – последовательно, параллельно, с взаимной синхронизацией и т.д.

Для каждого повторения K -цикла формируется своя иерархия целей $c_i, i = 1, \dots, n$. При выполнении операций потребляются ресурсы $r_i, i = 1, \dots, m$ (финансовые, временные, трудовые, сырьевые и т.д.) и устанавливаются оценки¹ результатов деятельно-

¹ При прогнозном моделировании оценки либо вычисляются на основе определенных алгоритмов, либо задаются человеком как качественные характеристики (например, «низкий», «средний», «высокий» уровень). Далее качественные оценки переводятся в количественную форму согласно соответствующей шкале.

сти системы $d_i, i = 1, \dots, k$. Реализация K -циклов зависит и от воздействия внешней среды – внешних факторов $v_i, i = 1, \dots, l$.

Задача моделирования K -цикла заключается в определении: 1) достигаются ли при данной ситуации поставленные цели, 2) как изменяется во времени потребление ресурсов и оценки результатов деятельности системы.

Формальная операционно-целевая модель конфигурации ОС показана на рис.1. Она состоит из двух взаимодействующих блоков – операционного и целевого. Ядром операционного блока служит сеть Петри (операционная сеть). Целевой блок описывается «порождающей сетью» – формализмом, введенным в данной работе. Управление операционной сетью, а точнее – её переходами $t_i, i = 1, \dots, g$, производится при помощи индикаторных логических функций [1], соотнесенных переходам.

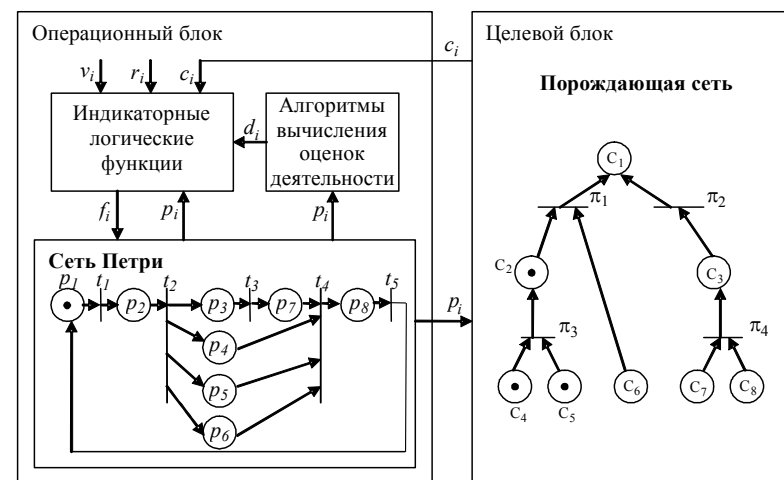


Рис. 1 Операционно-целевая модель конфигурации

Индикаторная логическая функция выражается формулой, составленной из индикаторов (предикатов) вида $(x \# a)$, где x – целочисленная переменная, a – константа, $\#$ – какой-нибудь из

знаков $=, \neq, >, \geq, <, \leq$, с помощью логических операций конъюнкции (\wedge), дизъюнкции (\vee), отрицания ($-$) и, возможно, кванторов всеобщности (\forall) и существования (\exists).

В качестве переменных x индикаторов в операционном блоке используются внешние факторы v_i (например, уровни спроса и предложения в сегменте рынка, уровень конкуренций, доступность ресурсов, благоприятность политического климата и др.), цели c_i , ресурсы r_i , показатели деятельности системы d_i (темпы изменения капитализации, доходов и расходов, уровень автоматизации, уровень наукоемкости технологий, качество продукции и т.д.).

К индикаторным функциям наряду с классическими равносильностями исчисления высказываний и исчисления предикатов применим ряд дополнительных соотношений, приведенных в [1].

Порождающая сеть отличается от операционной сети правилами изменения маркировки при срабатывании переходов.

В результате срабатывания перехода маркеры вносятся во все его выходные позиции, но сохраняются во всех входных позициях.

Блоки модели взаимодействуют следующим образом. Для операций процесса (позиций p_i сети Петри) задаются цели c_i , принадлежащие множеству начальных позиций порождающей сети. По завершении операции p_i в заданные начальные позиции вносятся маркеры. Это может вызвать в порождающей сети цепочку срабатываний переходов, наблюдаемую как «восхождение маркеров».

Примем, что в порождающей сети целевого блока отсутствуют циклы, в том числе циклы длины 1. При этом цепочка срабатываний завершится установлением равновесной целевой маркировки. Принадлежащие ей цели, изменившие нулевое значение на единичное, передаются в операционный блок (для вычисления индикаторных функций).

Результатом имитационного моделирования K -цикла являются графики, отображающие динамику потребления ресурсов

r_i и изменения показателей деятельности d_i для каждого сценария [1] – линейной последовательности переходов сети Петри, ведущей из её начальной позиции в конечную. Графики описывают кусочно-линейные функции.

2. Локальная коррекция и трансформирование конфигураций организационных систем

В процессе моделирования развития ОС производятся изменения двух типов: локальная коррекция конфигурации по результатам предыдущего K -цикла, и коренная перестройка (трансформирование) системы с переходом к другой конфигурации. Локальная коррекция обусловлена преимущественно внутренними причинами – недостижимостью поставленных целей и/или выходом динамических характеристик ресурсов и показателей деятельности за допустимые пределы, и заключается в частичном изменении компонентов операционно-целевой модели (сети Петри, индикаторных логических функций и т.д.).

Трансформирование вызывается чрезвычайными событиями, которые могут произойти во внешнем мире. При прогнозном моделировании достоверно неизвестны как сами чрезвычайные внешние события, так и вероятность, и время их наступления. Основную роль в прогнозировании таких событий наряду со знанием общих тенденций развития играет интуиция и глубина образного мышления человека, т.е. психологический фактор.

Заключение

Моделирование развития ОС, предваряющее процесс проектирования системы, состоит из двух последовательных этапов – когнитивного (познавательного) анализа [3] и операционно-целевого анализа, рассмотренного в статье.

Когнитивный анализ основывается на знании факторов, существенных для функционирования ОС, и экспертной оценке взаимовлияния этих факторов, отображенной в когнитивной карте. Выделяются управляющие и целевые факторы и по ког-

нитивной карте исследуются стратегические варианты развития ОС: саморазвитие (отсутствие управления), прямая задача (определение значений целевых факторов при заданном управлении), обратная задача (определение управления при заданных целях).

Операционно-целевой анализ требует более полного объема знаний о системе:

- структуры входа и выхода ОС;
- состава операций, реализуемых в ОС, и порядка их выполнения;
- иерархической структуры целей ОС.

Частично эти знания могут быть получены в ходе когнитивного анализа, т.е. имеет место преемственность этапов моделирования.

Результатом операционно-целевого анализа является прогноз динамики развития ОС в рамках конфигурации (динамика достижения целей, потребления ресурсов, изменения показателей деятельности) и прогноз появления чрезвычайных событий, которые могут инициировать смену конфигурации.

Литература

1. ВЛАДИСЛАВЛЕВ П.Н., МУРАДЯН И.А., ЮДИЦКИЙ С.А. *Взаимодействие целевой и операционной динамических моделей сложных процессов* // Автоматика и телемеханика, 2005, №11, с.126–134.
2. КОТОВ В.Е. *Сети Петри*. М.: Наука, 1984.
3. КУЗНЕЦОВ О.П., КУЛИНИЧ А.А., МАРКОВСКИЙ А.В. *Анализ влияний при управлении слабоструктурированными ситуациями на основе когнитивных карт* / Человеческий фактор в управлении. – М.: КомКнига, 2006, с.313–344.
4. МИНЦБЕРГ Г., АЛЬСТРЭНД Б., ЛЭМПЕЛЬ Дж. *Школы стратегий*. – СПб.: «Питер», 2000.
5. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами: вводный курс*. М.: МПСИ, 2005.

6. ПИТЕРСОН Дж. *Теория сетей Петри и моделирование систем*. М.: МИР, 1984.