

НЕКОТОРЫЕ ПРОСТЕЙШИЕ ДИСКРЕТНО- АРГУМЕНТНЫЕ МОДЕЛИ СТРУКТУР ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Блюмин С.Л.

(Липецкий государственный технический университет,

Липецк)

slb@stu.lipetsk.ru

Рассматриваются возможные соответствия структурам активных организационных систем моделей пассивных распределенных дискретно-аргументных систем, таких как одно- и двумерные одно- и двунаправленные итеративные цепи и сети, клеточные автоматы, их варианты и обобщающие их окрестностные системы.

Ключевые слова: статические и динамические организационные и дискретно-аргументные системы и структуры, активные элементы, внутренние и внешние связи, иерархические структуры, окрестностные системы.

Введение

В данной работе, носящей методический характер, принята попытка установления некоторых соответствий между структурами математических моделей, используемыми в теории управления *организационными системами* (ОС) [9], базирующейся на математической теории *активных систем* (АС) [6], и в математической теории автоматического управления *дискретно-аргументными системами* (ДАС) [1,3] (ниже эта аббревиатура не используется в смысле «динамических активных систем» [10]), характеризующимися с позиций традиционной математической теории систем как *распределенные*, а с позиций ОС – как *пассивные*. Несмотря на это отличие и вытекающие из него

различия в *методах* управления активными и пассивными системами, *типовые структуры* используемых в указанных теориях *моделей* проявляют значительное сходство. При этом структура ОС понимается как совокупность устойчивых связей между ее *активными элементами* (АЭ) и, по смыслу ОС, *иерархична* [9,7], а структура ДАС понимается в обычном смысле математической теории систем как структура описывающих ее уравнений.

Поведение ОС естественно моделировать в дискретном пространстве-времени, то есть относительно дискретного аргумента. Пространственная дискретность обусловлена тем, что *состав* ОС определяется дискретным (фактически конечным) числом входящих в нее АЭ – *агентов, центров, метацентров* и т.д., в соответствии с ее иерархической структурой. Временная дискретность обусловлена тем, что *действия* этих АЭ выполняются, вообще говоря, многократно (фактически – в течение конечного числа, вообще говоря, связанных периодов функционирования). При этом, как отмечено в [9], если АЭ в некоторой ОС действуют последовательно в течение T периодов ее функционирования, то можно условно рассматривать данную ОС как T -уровневую иерархическую, переинтерпретируя временной аргумент (номер периода функционирования) как пространственный (номер уровня иерархии). В теории ДАС этому соответствует формализация пространства и/или времени в виде абстрактного дискретного аргумента (той или иной математической природы).

1. Типовые структуры статических ОС и ДАС

В соответствии с [9], простейшей типовой структурой ОС является вырожденная, в которой отсутствуют какие-либо связи между элементами. Эта структура не представляет самостоятельного интереса, она отражает только состав ОС и является носителем невырожденных структур ОС данного состава. Простейшей невырожденной является базовая структура ОС, со-

стоящей из двух АЭ, центра и агента, то есть двухэлементной и двухуровневой (по другой терминологии, в соответствии с которой под элементами понимаются только агенты, эта структура одноэлементна). Многоэлементные многоуровневые ОС могут иметь линейную (в частности, веерную) структуру, иерархия которой имеет вид дерева, когда каждый АЭ подчинен одному и только одному АЭ более высокого уровня иерархии, или матричную структуру, в которой некоторые АЭ могут быть подчинены одновременно нескольким АЭ, находящимся на одном и том же либо на различных более высоких уровнях иерархии. В [9] упомянуты другие известные классификации структур ОС и отмечено, что любая из них может быть отнесена к одной из указанных.

Простейшей нетривиальной структурой многоэлементной многоуровневой ОС является такая, в которой на каждом уровне иерархии находится один АЭ (по другой терминологии она одноэлементна). АЭ самого нижнего уровня является агентом, самого верхнего – центром, остальные – метacentрами. Такая структура «линейна» в буквальном смысле слова. Пусть АЭ занумерованы номерами $s \in \hat{S} = \{0, 1, \dots, n\}$, где 0 – номер центра, имеющего «право первого хода». Пусть $x[s-1]$ – внутренняя (по отношению к ОС) связь между АЭ с номерами $s-1$ и s , $u[s]$ – входная связь между АЭ с номером s и внешней (по отношению к ОС) средой. Пусть $j(s, x, u)$ – действие АЭ с номером s , результатом которого является внутренняя связь $x[s]$ между ним и АЭ с номером $s+1$, а $y(s, x, u)$ – действие АЭ с номером s , результатом которого является выходная связь $y[s]$ между ним и внешней средой. Модель структуры такой ОС записывается в виде

$$(1) \quad x[s] = j(s, x[s-1], u[s]),$$

$$(2) \quad y[s] = y(s, x[s-1], u[s]),$$

соответствующем, с точки зрения ДАС, «одномерной одноподчиненной итеративной цепи» [4].

Внутренние связи между АЭ, вообще говоря, являются двусторонними; такой структуре ОС в большей степени соответствуют, с точки зрения ДАС, «одномерные двунаправленные итеративные цепи» [4]

$$(3) \quad x[s] = j(s, x[s-1], x[s+1], u[s]),$$

$$(4) \quad y[s] = y(s, x[s-1], x[s+1], u[s]).$$

Если структура ОС такова, что связи имеются не только между «ближайшими соседями», то соответствующие модели могут быть найдены в детализирующей теории ДАС теории окрестностных систем [5] (эти замечания могут быть отнесены и к другим рассматриваемым далее простейшим дискретно-аргументным моделям структур ОС).

Простейшей верной структуре многоэлементной многоуровневой ОС соответствует, с точки зрения ДАС, «двумерная однонаправленная итеративная цепь» [4]

$$(5) \quad x[s_1, s_2] = j(s_1, s_2; x[s_1-1, s_2], x[s_1, s_2-1], u[s_1, s_2]),$$

$$(6) \quad y[s_1, s_2] = y(s_1, s_2; x[s_1-1, s_2], x[s_1, s_2-1], u[s_1, s_2]).$$

Основной в теории ДАС [1,3] «метод ассоциированной модели» реализуется в данном случае введением ассоциированного с исходным двумерным аргументом $[s_1, s_2]$ одномерного аргумента $[“s”]$, $“s” = s_1 + s_2$, который с точки зрения иерархических ОС интерпретируется как номер уровня иерархии, на котором расположены АЭ в количестве $“s” + 1$. Подобным же образом могут быть представлены, как модели структур многоэлементных многоуровневых иерархических ОС, «многомерные одно-, дву-, полуторанаправленные итеративные цепи» и их различные варианты и обобщения [4].

2. Типовые структуры динамических ОС и ДАС

В соответствии с [9], если указанные выше типовые структуры ОС отражают их статические характеристики, то для описания их изменений во времени целесообразно использовать сетевые структуры. С точки зрения ДАС этому могут соответствовать модели структур, в которых вместо указанных выше

«цепей» используются соответствующие «сети», учитывающие не только распределение АЭ в пространстве, но и их поведение во времени [4]. С другой стороны, в соответствии с [9,10], динамические активные (организационные) системы (ДОС) понимаются как такие ОС, действия АЭ в которых повторяются как минимум несколько раз, в течение некоторого числа связанных периодов функционирования. Простейшим проявлением связанности является учет зависимости параметров каждого периода от параметров только предыдущего периода, когда не учитывается (вообще говоря, присутствующее) последствие; такая «неполная» зависимость во многих случаях достаточно хорошо отражает специфику ДОС [10]. В то же время она вполне соответствует традиционному описанию динамики уравнениями «в нормальной форме».

Классическим примером динамической ДАС является клеточный автомат (КА) Дж. Фон Неймана [8] (см. также [2,4]), описываемый уравнениями

$$(7) \quad x[t; s_1, s_2] = j(t; s_1, s_2; x[t-1; s_1, s_2], x[t-1; s_1-1, s_2], x[t-1; s_1, s_2-1], x[t-1; s_1+1, s_2], x[t-1; s_1, s_2+1], u[t; s_1, s_2]),$$

$$(8) \quad y[t; s_1, s_2] = y(t; s_1, s_2; x[t-1; s_1, s_2], x[t-1; s_1-1, s_2], x[t-1; s_1, s_2-1], x[t-1; s_1+1, s_2], x[t-1; s_1, s_2+1], u[t; s_1, s_2]).$$

Первоначально введенные в [8] КА были известны и как однородные структуры: в уравнениях (7), (8) отсутствовала явная зависимость действий j , y от пространственных аргументов s_1 , s_2 (кроме того, они были стационарны - отсутствовала явная зависимость действий j , y от временного аргумента t , а также автономны – отсутствовали как уравнение (8), так и входная связь $u[t; s_1, s_2]$ с внешней средой в уравнении (7)). В приведенных уравнениях (7), (8) от однородности осталось только постоянство окрестности внутренних связей – шаблона соседства «крест» - для всех АЭ той ОС, в качестве модели структуры которой можно было бы предложить КА. Дальнейшее развитие этой модели в направлении учета возможных изменений окрестностей внутренних связей во времени и пространстве, соот-

ветствующего концепции сетевых структур ОС, возможно в рамках теории окрестностных систем [5].

С точки зрения ОС упомянутая выше однородность может быть интерпретирована как «равноправность» входящих в нее АЭ, отсутствие необходимого, в соответствии с присущей ОС иерархичностью, учета их разделения на агентов, центры, метацентры и т.п. Допускающие подобную возможность иерархические КА также могут быть рассмотрены в рамках теории окрестностных систем [5].

Заключение

В данной работе рассмотрен лишь один аспект теории организационных систем, связанный с моделированием их структур. Не рассматриваются проблемы управления этими структурами ([9], гл. 7), их оптимизации [7]. Если предложенные соответствия между структурами организационных систем и моделями дискретно-аргументных систем подтвердят свою теоретическую или практическую состоятельность, то решение этих и других намеченных ниже проблем окажется возможным на пути синтеза теорий организационных и дискретно-аргументных систем.

Дважды упомянутая во Введении конечность организационных систем – как по числу их элементов, так и по числу периодов их функционирования – сможет быть формализована в рамках конечно-аргументных систем [4] – специального подкласса дискретно-аргументных систем, возникшего в связи с задачами обработки конечных массивов информации.

Учет неопределенности в задачах управления организационными системами [9] сможет быть осуществлен в рамках нечетко-окрестностных систем [5] – специального подкласса дискретно-аргументных систем, формализующего окрестности связей как нечеткие множества, а значения этих связей – как нечеткие числа.

Проблемы идентификации и управления организационными системами могут оказаться связанными с проблемами иден-

тификации и смешанного управления окрестностными системами [5], несмотря на имеющееся пока различие в постановках и методах решения этих проблем.

Литература

1. БЛЮМИН С.Л. *Соотношения типа Кэли-Гамильтона в теории дискретно-аргументных систем* // Автоматика и телемеханика. 1981. № 9. С. 133 – 142.
2. БЛЮМИН С.Л. *О конструировании линейными клеточными автоматами* // Автоматика и телемеханика. 1981. № 11. С. 133 – 142.
3. БЛЮМИН С.Л. *Математическая теория автоматического управления дискретно-аргументными системами*. Дисс. на соиск. уч. ст. д. ф.-м. н. М.: ВНИИСИ, 1990. – 296 с.
4. БЛЮМИН С.Л., КОРНЕЕВ А.М. *Дискретное моделирование систем автоматизации и управления*. Липецк: ЛЭГИ, 2005. – 124 с.
5. БЛЮМИН С.Л., ШМЫРИН А.М. *Окрестностные системы*. Липецк: ЛЭГИ, 2005. – 132 с.
6. БУРКОВ В.Н. *Основы математической теории активных систем*. М.: Наука, 1977. – 256 с.
7. ГУБКО М.В. *Математические модели оптимизации иерархических структур*. М.: ИПУ, 2006. – 264 с.
8. НЕЙМАН Дж., фон. *Теория самовоспроизводящихся автоматов*. М.: Мир, 1971. – 369 с.
9. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами*. М.: МПСИ, 2005. – 584 с.
10. НОВИКОВ Д.А., СМЕРНОВ И.М., ШОХИНА Т.Е. *Механизмы управления динамическими активными системами*. М.: ИПУ, 2002. – 124 с.