

УДК 007:681.518.2
ББК 22.18 65.23 65.29

ГРАФОДИНАМИЧЕСКАЯ АВТОМАТНАЯ МОДЕЛЬ РАЗРЕШЕНИЯ КОНФЛИКТОВ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Юдицкий С. А.¹

*(Учреждение Российской академии наук
Институт Проблем Управления РАН, Москва)*

Предлагается автоматный подход к идентификации и разрешению конфликтов в организационных системах, синтезирующий «языковую технику» теории игр и ее расширений и методы теории автоматов. В терминах автоматов формируется множество всех возможных последовательностей состояний (конфигураций) системы взаимодействующих субъектов, где состояние отражает структуру отношений между субъектами и структуру отношений субъектов к внешним факторам, в дискретные моменты времени. Это дает возможность сформировать общую картину развития конфликта и проанализировать возможные сценарии его разрешения. При реализации игры субъект (в ответ на действие конкурента) получает возможность выбрать собственное действие по достижению поставленных целей на основе автоматной модели. В статье рассмотрены автоматные модели, отображающие динамику развития бинарных межсубъектных отношений.

Ключевые слова: автоматы, конфликтные ситуации, бинарные отношения.

¹ Семен Абрамович Юдицкий, доктор технических наук (тел. (499) 783-2085, ivanov-ics@mail.ru).

1. Введение

Любая политико-социально-экономическая система, в которой определяющую роль играют люди, является организацией (организационной системой). Разнообразие организаций огромно: от семьи до государства и сообщества государств. При этом субъектами организаций могут быть личности, бизнес-структуры, регионы, государства. Субъекты вступают во взаимодействия: принимают решение об очередном действии, направленном на достижение своих (или общих) целей, на основе анализа действий других субъектов, оценки сложившейся ситуации и прогноза на будущее. Принятое решение претворяется в действие. Противоречивые решения и действия порождают конфликты между субъектами.

В науке о конфликтах – конфликтологии – базовым считают бинарное взаимодействие субъектов и, соответственно, бинарные конфликты. Взаимодействие с большим числом участников моделируется совокупностью бинарных взаимодействий. Бинарные взаимодействия субъектов (конфликты) могут быть трех типов: личность–личность, личность–организация, организация–организация.

В математической конфликтологии существует ряд направлений, определяемых различными аспектами видения проблемы:

- когнитивный анализ конфликтных ситуаций на основе знаковых графов [7] («когнитивных карт»), предусматривающий сопоставление каждому субъекту подмножества факторов, а каждой паре взаимодействующих субъектов – области на когнитивной карте (подматрицы). По виду подматрицы определяются согласованные между собой целевые и управляющие факторы и порождаемый ими исход конфликтной ситуации – достижение компромисса либо победа одного из субъектов [5, 6];

- рефлексивный анализ конфликтных ситуаций, отражающий психологический механизм взаимодействия субъектов в

форме цепочки мысленных рассуждений субъекта о конкуренте, базирующийся на применении «рефлексивной алгебры конфликтов» [3, 4];

- разработка языковых средств для описания и анализа конфликтных ситуаций с применением графодинамики – научного направления в теории управления, предложенного М. А. Айзерманом в 1977 г, оперирующего переменными в виде графов и функциями (отношениями), определенными на графах [1].

Примером использования принципов графодинамики является рассмотренная в [8] «языковая техника» – графический способ описания конфигураций связей (отношений) между субъектами, а также субъектами и внешними факторами, в виде так называемых знаковых структур (*s*-структур). В терминах *s*-структур в [8] промоделированы стандартные бинарные конфликты – позиционные дилеммы сотрудничества, доверия, сдерживания, искушения, угрозы, вины, изучавшиеся в теории драмы – расширении теории игр [9, 10]. Вместе с тем остается неясным ряд вопросов: является ли полным перечисленный набор стандартных (элементарных) конфликтов; как исходную произвольную конфликтную ситуацию представить композицией стандартных конфликтов; как регулярными методами проанализировать композицию конфликтов и т.д.

Решению этих (и иных) вопросов, по нашему мнению, способствовало бы дополнение известных языковых средств для описания и анализа конфликтных ситуаций графодинамической автоматной моделью [2] на основе дерева, отображающего множество всех возможных последовательностей *s*-структур, реализуемых на дискретной временной шкале. Это позволило бы посмотреть на развитие конфликта «не глазами его участников», а со стороны («встать над конфликтом») и проанализировать различные сценарии разрешения конфликта. При реализации игры субъект в ответ на действие конкурента имеет возможность выбирать очередное действие с учетом последствий для себя и для конкурента. При этом автоматная модель

может трактоваться как «дорожная карта», на которой субъекты формируют маршрут – сценарий разрешения конфликта.

Данная статья, относящаяся к графодинамическому направлению, развивает идею работы [8] и посвящена описанию автоматной модели изменения бинарных отношений каждого субъекта с конкурентом и доминантным внешним фактором, в которой состояния автомата сопоставлены конфигурациям межсубъектных и субъектно-факторных связей.

В статье дано формальное определение графодинамической автоматной модели развития конфликта, ее графическое представление в виде «нагруженного» дерева и пример разрешения реального конфликта на основе этой модели.

2. Формальное определение графодинамической автоматной модели развития конфликта

Знаковая структура определяется как набор

$$(1) \quad Z = \langle A, B, \Phi, \alpha, \beta \rangle,$$

где A, B – взаимодействующие субъекты; Φ – доминантный внешний фактор¹;

$$(2) \quad \alpha : \{A * B, B * A\} \rightarrow \{+, -\}$$

– функция означивания межсубъектных бинарных отношений $A * B, B * A$;

$$(3) \quad \beta : \{A * \Phi, B * \Phi\} \rightarrow \{+, -\}$$

– функция означивания субъектно-факторных бинарных отношений $A * \Phi, B * \Phi$.

Знаковую структуру будем называть сбалансированной (бесконфликтной), если отношения $A * B, B * A$ и $A * \Phi, B * \Phi$ одинаково помечены, т. е. выполняется условие

¹ Для простоты мы ограничились одним доминантным фактором. Если их несколько, то для каждого выполняются аналогичные построения.

$$(4) \quad (\alpha(A * B) = \alpha(B * A)) \& (\beta(A * \Phi) = \beta(B * \Phi)) = 1,$$

и несбалансированной (конфликтной) в противном случае:

$$(5) \quad (\alpha(A * B) \neq \alpha(B * A)) \vee (\beta(A * \Phi) \neq \beta(B * \Phi)) = 1,$$

где левая часть (5) является отрицанием левой части (4) (по правилу де Моргана [2]).

Пример графического изображения знаковой структуры дан на рис. 1. Позитивные бинарные отношения из множества $\{A * B, B * A, A * \Phi, B * \Phi\}$, помеченные согласно (2) и (3) знаком «+», показаны сплошными направленными дугами, а негативные отношения, помеченные знаком «-», показаны пунктирными дугами.

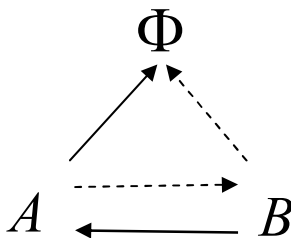


Рис. 1. Пример знаковой структуры

Структура на рис. 1 в силу условия (5) несбалансирована и, следовательно, конфликтна.

Число попарно различных знаковых структур при бинарном взаимодействии субъектов и одном доминантном факторе $N = 2^2 \times 2^2 = 16$, число бесконфликтных структур $N_b = 2 \times 2 = 4$, число конфликтных структур $N_k = N - N_b = 12$.

Графодинамическую автоматную модель развития бинарного конфликта определим через набор:

$$(6) \quad D = \langle S, Z, \delta, X, Y, \varphi, \psi \rangle,$$

где

$S = \{s_i \mid i = 0, 1, \dots, n\}$ – множество внутренних состояний автомата [2], s_0 – начальное состояние;

$Z = \{z_i \mid i = 0, 1, \dots, 16\}$ – множество знаковых структур;

$\delta: S \rightarrow Z$ – функция отображения внутренних состояний автомата в знаковые структуры;

$X = X_A \cup X_B$ – множество состояний входа автомата, отождествленных с действиями X_A , выполняемыми субъектом A , и действиями X_B , выполняемыми субъектом B ;

$Y = Y_A \cup Y_B$ – множество состояний выхода автомата, отождествленных с подмножествами целей, преследуемых субъектами при разрешении конфликта;

$\varphi: S \times X \rightarrow S$ – функция переходов автомата, выражаемая соотношением

$$(7) \quad s(t+1) = \varphi(s(t), x(t+1)),$$

где $t = 0, 1, 2, \dots$ – дискретные моменты времени (такты работы автомата), в любом такте выполняется действие только одним субъектом (субъекты «играют» по очереди), $x(t+1) \in X$;

$\psi: S \times X \rightarrow 2^Y$ – функция выходов автомата, выражаемая соотношением

$$(8) \quad \tilde{Y}(t) = \psi(s(t), x(t)),$$

где $\tilde{Y}(t)$ – подмножество множества Y ; 2^Y – множество всех подмножеств Y .

Графическое представление введенной автоматной модели разрешения конфликтов рассмотрим на примере.

3. Пример разрешения конфликта на основе графодинамической автоматной модели

Совершен террористический акт. Группа террористов захватила заложников и в обмен за их освобождение требует выполнения своих условий. В противном случае угрожает казнить заложников. Взаимодействующие субъекты: власть (администрация) В, террористы Т, доминантный фактор – жизнь заложников ЖЗ.

Цели субъектов:

$u_{В1}$ – освобождение заложников;

$У_{В2}$ – арест террористов и предание их суду;

$У_{В3}$ – уничтожение террористов (при невозможности выполнить предыдущую цель);

$У_{Т1}$ – привлечение внимания общественности к проблеме;

$У_{Т2}$ – минимизация наказания за совершенное преступление.

Действия, которые могут предприниматься властью и террористами:

$х_{В1}$ – переговоры с террористами (с одновременной подготовкой к силовому освобождению заложников);

$х_{В2}$ – задержание террористов;

$х_{В3}$ – силовое освобождение заложников;

$х_{Т1}$ – мирное освобождение заложников;

$х_{Т1}$ – отказ от освобождения заложников с угрозой после истечения определенного срока начать казни.

Графическое представление автоматной модели разрешения рассматриваемого конфликта дано на рис. 2.

Внутренние состояния автомата s_i изображаются квадратами, внутри которых размещены знаковые структуры согласно функции δ (два и более состояния могут иметь одинаковую структуру). На дугах дерева слева от косой черты проставлены действия субъектов, справа – цели выполнения действия в соответствии с функцией ψ . Проведение дуг определяется функцией переходов φ . Граф модели является деревом, корневая вершина которого соответствует начальному состоянию s_0 , инициирующему конфликт.

В примере на рис. 2 в состоянии s_0 В и Т негативно относятся друг к другу, но В позитивно относится к ЖЗ и беспокоится за судьбу заложников, а для Т ЖЗ безразлична, отношение Т*ЖЗ негативно. Состояние s_0 несбалансировано (конфликтно).

Власть В вступает в переговоры с Т по освобождению заложников (переход из s_0 в состояние s_1 «Проведение переговоров», в котором отношение В*Т трактуется как временно позитивное). Возможны два альтернативных исхода переговоров: Т мирно освобождает заложников либо отказываются это сделать и шантажируют В расправой над ними.

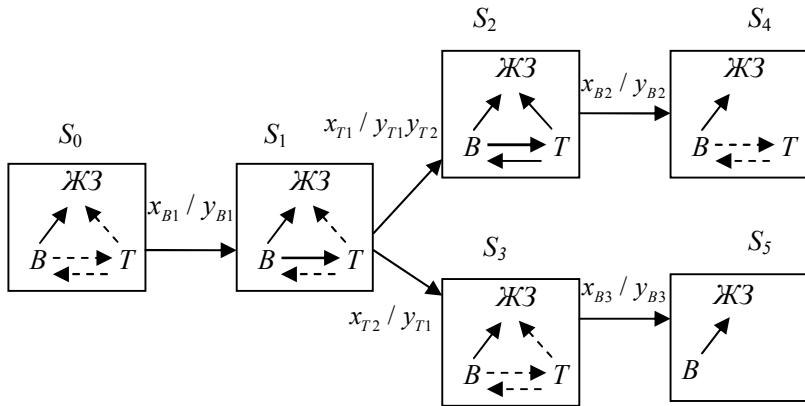


Рис. 2. Пример графодинамической автоматной модели

При первом исходе следует переход из s_1 в сбалансированное состояние s_2 «Мирное разрешение конфликта» со всеми позитивными (временно-позитивными) связями. Но преступники должны понести наказание по закону: Т взяты под стражу и ждут суда (состояние s_4 «Следственное и судебное разбирательство», в котором взаимное отношение В и Т негативное, а отношения Т*ЖЗ уже не существует). Конфликт разрешен без жертв среди заложников и с наказанием преступников.

При втором исходе переговоров выполняется переход в состояние s_3 «Решение о штурме», где структура s_3 совпадает со структурой начального состояния s_0 . В результате штурма заложники освобождены, хотя среди них могут быть жертвы, а террористы уничтожены (состояние s_5 «Последствия теракта», в котором осталась лишь одна связь В*ЖЗ).

В автоматной модели конфликта каждое состояние s_k (вершина дерева), достижимая из начального s_0 , характеризуется определенным набором достигнутых целей субъектов, проставленных на дугах пути на дереве из s_0 в s_k . Если этот набор целей с точки зрения одного или обоих субъектов определяет разре-

шение конфликта, то вершину s_k объявляем конечной в соответствующей ветви дерева. Путь из s_0 в s_k моделирует определенный сценарий разрешения конфликта, а дерево в целом – множество всех возможных альтернативных сценариев («дорожную карту»). Выбор наиболее предпочтительного сценария осуществляется неформально.

В рассматриваемом примере предпочтителен «бескровный» сценарий s_0, s_1, s_2, s_4 , предусматривающий достижение целей власти: освобождение заложников с последующим арестом и преданием суду террористов.

4. Заключение

В статье высказана идея графодинамического автоматного подхода к математическому моделированию конфликтных ситуаций в организационных системах, основанного на совместном применении «языковой техники» теории игр (и ее расширений) и методов теории автоматов. Конфликты возникают и разрешаются в ходе ведения игры субъектами системы. Каждый субъект (игрок), принимая решение об очередном ходе, исходит из своего видения сложившейся ситуации и ее последствий с точки зрения собственных целей и целей других участников игры. При этом субъект, как правило, мыслит «образами» структур, отражающих взаимные отношения между игроками и отношения игроков к внешним факторам. Автоматная модель наглядно представляет динамику изменения таких «структурных образов» на дискретной временной шкале, и тем самым расширяет и делает более эффективным математический аппарат игрового моделирования.

Литература

1. АЙЗЕРМАН М. А., ГУСЕВ Л. А., ПЕТРОВ С. В., СМИРНОВА И. М. *Динамический подход к анализу структур, описываемых графами (основы графодинамики)* // I.

- Автоматика и телемеханика. – 1977. – №7. – С.135-151; П.
Автоматика и телемеханика. – 1977. – №9. – С.123-136.
2. ГЛУШКОВ В. М. *Синтез цифровых автоматов* – М.: Физматгиз, 1962.
 3. ЛЕФЕВР В. А., СМОЛЯН Г. Л. *Алгебра конфликта* – Изд. 2-е, стереотипное. – М.: КомКнига, 2007.
 4. ЛЕФЕВР В. А. *Конфликтующие структуры*. – М.: Высшая школа, 1967.
 5. МАКСИМОВ В. И. *Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций* // Проблемы управления. – 2005. – №3. – С.30-38.
 6. МАКСИМОВ В. И., КОВРИГА С. В. *Применение структурно-целевого анализа развития социально-экономических ситуаций* // Проблемы управления. – 2005. – С.39-44.
 7. РОБЕРТС Ф. *Дискретные математические модели с приложением к социальным, биологическим и экономическим задачам*. – М.: Наука, 1986.
 8. СВЕТЛОВ В. А. *Управление конфликтом* – СПб.: Росток, 2003.
 9. HOWARD N. *The Present and Future of Meta game Analysis* // European Journal of Operational Research. – 1987. –Vol. 32. – P. 1-25.
 10. HOWARD N. *Drama Theory and its relation to Game theory* // Group Decision and Negotiation. – 1994. – Vol.32. – P. 187-206, 207-253.

STRUCTURAL-MACHINE MODEL OF CONFLICT SOLUTIONS IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS

Semen Yuditsky, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Doctor of Science, professor (499) 783-2085, vladislavlev@rambler.ru).

Abstract: This paper proposes finite automata approach to the identification and resolution of conflicts in organizational systems which synthesize "linguistic technique" of the game theory and its extensions and methods of finite automata theory. In terms of finite automata, we form sequences of all possible states (configurations) system of interacting agents, which reflects the state of the structure of relations between agents and structure of agents relations to external factors, in discrete points of time. This provides an opportunity to formulate a general picture of the conflict and examine possible scenarios for its resolution. In implementing the game, the agent (in response to a competitor action) gets the opportunity to choose his own actions to achieve his goals through the finite automata based model.

The paper considers the automata based model that shows the dynamics of the binary relations between game agents.

Keywords: finite automata, conflict, binary relations.

*Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии Д.А. Новиковым*