

Алмагуль Асылбаева, Алия Мухамеджанова, Асет Дулатбеков
**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ
 ФУНКЦИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНОВ**

В статье рассмотрены симптомы и выявлены причины системного несовершенства процедур нормативного определения задач и функций государственных органов и их декомпозиции для структурных подразделений в Казахстане. Обоснована целесообразность использования мультиагентной симуляции в качестве концептуального подхода к решению этой проблемы. Представлена концептуальная модель, в которой реализуется концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений в цикле постоянного улучшения.

Ключевые слова: функции государственных органов; мультиагентная симуляция; интеллектуальная система поддержки принятия решений.

Форм. 7. Лит. 21.

Алмагуль Асылбаева, Алия Мухамеджанова, Асет Дулатбеков
**КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ
 ФУНКЦІЙ ДЕРЖАВНИХ ОРГАНІВ**

У статті розглянуто симптоми і виявлено причини системної недосконалості процедур нормативного визначення завдань і функцій державних органів та їх декомпозиції для структурних підрозділів в Казахстані. Обґрунтовано доцільність використання мультиагентної симуляції у вигляді концептуального підходу до вирішення цієї проблеми. Представлено концептуальну модель, в якій реалізується концепція інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень у циклі постійного покращення.

Ключові слова: функції державних органів; мультиагентна симуляція; інтелектуальна система підтримки прийняття рішень.

Almagul Assylbayeva¹, Allya Muhamedzhanova², Asset Dulatbekov³
**CONCEPTUAL MODEL FOR OPTIMIZATION
 OF PUBLIC BODIES FUNCTIONS**

The article considers symptoms and causes of systemic imperfections in regulatory consolidation of tasks and functions of state bodies and their decomposition into structural units in Kazakhstan. The expediency of agent-based simulation as a conceptual approach to solving this problem is grounded. The conceptual model implemented under the concept of intelligent decision-making support system in a cycle of continuous improvement is presented.

Keywords: state bodies functions; agent-based simulation; intelligent decision-making support system.

Постановка проблеми. Выработка эффективных управленческих решений в условиях постоянных и быстрых изменений невозможна без использования современных информационных технологий обработки данных — систем поддержки принятия решений (СППР). Это утверждение в полной мере относится и к сфере государственного управления, в частности, при нормативном определении задач и функций государственных органов и их декомпозиции для структурных подразделений.

За последние годы в Республике Казахстан на этом направлении административной реформы была проведена огромная работа. Тем не менее, выпол-

¹ Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.

² Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.

³ Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.

ненний співробітниками Академії державного управління при Президенті РК аналіз розроблених за останні два роки Положень центральних і місцевих державних органів (нормативних документів, регламентуючих задачі і функції державних органів і їх структурних підрозділів) показав, що:

- незважаючи на всі прийняті заходи, проблема чіткого визначення завдань і функцій державного органу і його структурних підрозділів обострилася;

- встановлено наявність надлишкових, дублюючих функцій, необхідно проведення робіт по їх оптимізації;

- відсутні чіткі методологічні підходи до проведення функціонального аналізу державного органу [5].

Серед причин скланої ситуації спеціалісти виділяють:

- а) значительне збільшення швидкості змін у функціональній структурі державного управління;

- б) суттєве ускладнення процесів нормативного визначення і декомпозиції функцій державних органів.

Справа в тому, що багато функцій центральних державних органів Казахстану передаються в даний час або на більш низький рівень управління в межах реформ місцевого управління, або некомерційним організаціям в межах державного соціального замовлення.

Виникаючий при цьому обсяг робіт по нормативному закріпленню результатів такої масштабної перерозподілу (сквозної багаторівневої декомпозиції) більш ніж 5 тис. функцій між державними органами різних рівнів і некомерційними організаціями (і їх структурними підрозділами) не просто зріс, але збільшився якісно, на кілька порядків.

В цих умовах подальше вдосконалення процедур нормативного визначення завдань і функцій державних органів і їх декомпозиції для структурних підрозділів в принципі неможливо:

- а) без переходу до якісно іншої методології, що вимагає залучення численних груп експертів для проведення функціонального аналізу;

- б) без створення спеціальної СППР.

Аналіз публікацій. Сьогодні абсолютно нецелесообразно намагатися вдосконалити існуючу методологію формування і декомпозиції функцій державних органів, не виходячи за межі концепції "new public management".

В якості альтернативи класичній методології менеджменту і концепції "new public management" поруч дослідників пропонується використовувати теорію інтерсуб'єктивного управління. В відмінність від проектних і процесних підходів, які передбачають обов'язок вибудовування певної ієрархічної структури, так чи інакше упорядкованої на кожному з рівнів управління, в основі інтерсуб'єктивної системи управління — спільнота (самоорганізуюча система) акторів (агентів) [2].

Новый подход к решению задачи обработки информации в процессах принятия решений связывается многими авторами с применением т.наз. мультиагентной симуляции – информационной технологии, в основе которой лежит понятие «агента» как программного объекта, способного воспринимать ситуацию, принимать решения и коммуницировать с себе подобными [13; 21].

Модель мультиагентной системы (МАС) представляет собой искусственное сообщество, которое состоит из взаимодействующих между собой самостоятельных агентов. Каждый из них обладает заданным набором личностных характеристик («ресурсов»), целевой функцией («интересами»). Каждый подчиняется «правилам поведения», предопределяющим его реакцию в различных ситуациях, затрагивающих сферу его интересов [1].

Агенты МАС могут действовать «от имени и по поручению» лиц, принимающих решения. На основе данных им полномочий в автоматическом режиме вести переговоры, находить варианты решений и согласовывать свои решения друг с другом [14]. Эти возможности кардинально отличают МАС от традиционных иерархически организованных систем симуляции процессов принятия решения [20].

Концепция МАС находит в последние годы всё более широкое применение в различных областях. В частности, широко используется в качестве методологии математического моделирования социально-экономических систем разной сложности [3; 4; 6; 8; 10; 12; 15; 16; 19], в т.ч. – как концептуальная основа интеллектуальных СППР [7; 9; 11; 17].

Цель исследования – разработка концептуальной модели интеллектуальной СППР по нормативному определению задач и функций государственных органов и их декомпозиции для структурных подразделений.

Основные результаты исследования. В качестве концептуальной основы для создания этой системы предлагается рассмотреть процессы нормативного определения задач и функций государственных органов (ЗФГО) и их декомпозиции для структурных подразделений.

Обозначим её как МАС ЗФГО, в деятельности которой соблюдаются следующие основные правила:

- в зависимости от того, на каком уровне системы взаимодействует агент, он может выполнять как роль центра, так и роль активного элемента (свойство гетерогенности агента);
- агенты действуют в обозреваемом детерминистском мире, определяя оптимальную стратегию перехода от одного состояния к другому;
- стратегии агентов определяются воздействием эндогенных и экзогенных факторов;
- все агенты – рефлексивные с реактивной тактикой и рациональны в своем поведении (оптимизируют меру полезности своих действий);
- часть агентов обладает свойством гетерогенности;
- структура информированности агента основана на общем знании, которое в общем случае асимметрично;
- при разработке моделей и механизмов совместного принятия решений взаимодействие агентов в системе согласуется с позиций мета-агента. обла-

дающего «правом первого хода» и имеющего возможность «назначать» свою стратегию.

Мета-агентом МАС ЗФГО является уполномоченный центральный государственный орган – регулятор.

Классами (характеристическими группами) агентов МАС ЗФГО принимаются:

- центральные государственные органы и их структурные подразделения;
- местные государственные органы и их структурные подразделения;
- некоммерческие организации, действующие в рамках государственного социального заказа и их структурные подразделения;
- потребители комплексных государственных услуг.

Исходя из этих положений, рассмотрим математическое описание МАС ЗФГО обозначим:

l – число агентов в системе или подсистеме;

p_i – плановое действие (стратегия, состояние) i -того агента;

$i = \overline{1, N}$, $p_i \in D_i^0$, где D_i^0 – множество возможных результатов деятельности агента;

c_i – фактическое действие (стратегия, состояние) i -того агента;

$i = \overline{1, N}$, $c_i \in D_i$, где D_i – допустимое множество действий агента;

r_i – результат деятельности агента;

$i = \overline{1, N}$, $r_i \in D_i^0$;

t_i тип i -того агента, отражающий его особенности (предпочтения);

$i = \overline{1, N}$, $t_i \in T_i$, где T_i – множество возможных предпочтений агента;

$r_i = \omega(c_i) \in D_i^0$ – закон изменения результата деятельности i -того агента;

$i = \overline{1, N}$;

y_i – управляющее воздействие на i -того агента;

$i = \overline{1, N}$, $y_i \in Y_i$, где Y_i – множество управляющих воздействий на i -того агента со стороны других агентов/мета-агента;

s_i – информационное сообщение i -того агента другим агентам/мета-агенту;

$i = \overline{1, N}$, $s_i \in S_i$, где S_i – множество сообщений;

Z_i – фактические затраты ресурсов i -того агента на достижение результата его деятельности;

$i = \overline{1, N}$, $Z_i \in Z_i$, где Z_i – множество допустимых затрат ресурсов;

v_i – об'єм ресурсів, виделяемых центром i -тому агенту на выполнение плана p_i ;

$i = \overline{1, N}$, $v_i \in V_i$, где V_i – допустимое множество планируемых ресурсов;

Q_i^c – оценка уровня качества деятельности i -того агента;

Q_i^r – оценка уровня качества результата деятельности i -того агента.

На каждом уровне взаимодействия агентов будем исследовать активные системы, выделяя в числе агентов управляющий орган – центр и управляющие субъекты – активные элементы, а также задавая предпочтения агентов на допустимых множествах состояний. Для каждой подсистемы (уровня) проектируем модели и механизмы организационно-экономического взаимодействия как совокупность формальных и неформальных правил принятия решений агентами в виде зависимостей, ставящих каждому состоянию агента c_i конкретное значение управляющего воздействия u_i .

Наличие механизмов взаимодействия на каждом уровне функционирования системы позволяет синтезировать формирование нормативных определенных задач и функций государственных органов и их декомпозиции для структурных подразделений и решать задачи согласования и оптимизации действий агентов МАС ЗФГО.

При описании предпочтений, проектировании и исследовании моделей поведения агентов системы на каждом уровне их взаимодействия используем следующие подходы:

- агент в роли центра задает план действий p_i для i -того агента, а агент в роли активного элемента выбирает свои действия c_i из множества допустимых действий D_i ;

- в результате действия агента под влиянием обстановки (взаимодействия с другими агентами) реализуется результат r_i ;

- каждый агент обладает предпочтением над множеством результатов D_i^0 и сравнивает различные результаты. Предпочтения агента параметризуются переменной $t_i \in T_i$, определяющей тип агента по его предпочтениям;

- выбирая свое действие. i -тый агент руководствуется законом изменения результата деятельности ω_i , определяя правило своего индивидуального выбора.

Предпочтения агентов зададим целевыми функциями, отражающими полезность стратегии агента. Обозначим:

$\psi(p, y): D^0 \times y \rightarrow T^1$ – целевая функция агента, выступающего в роли центра, T^1 – множество действительных чисел;

$\phi(p, y): D^0 \times y \rightarrow T^1$ – целевая функция агента в роли активного элемента, определяющая его предпочтения на множестве $D \times y$;

$L(y)$ – множество реализуемых стратегий, равновесных при заданном управлении $y \in Y$.

Тогда задача определения оптимальных стратегий действий мета-агента МАС ЗФГО сводится к проектированию моделей состояния активной систе-

мы на каждом уровне её функционирования, синтезу механизма согласованного взаимодействия агентов и выбору на этой основе оптимального управленческого решения

$$y^* = y(c) \in Y, y : D \rightarrow Y, \text{ максимизирующего эффективность управления} \\ Q(y) = \max_{c \in L(y)} \psi(c, y). \quad (1)$$

То есть надо найти

$$y^* \in \text{Argmax}_{c \in Y} Q(y) = \{y \in Y \mid \forall c \in Y, Q(y) \geq Q(c)\}. \quad (2)$$

Функции ψ и ϕ выражают экономические интересы агентов и определяют величину приращения дохода агента от выполнения им определённых действий.

Модель поведения агентов разработаем исходя из концепции равновесия Неша (Nash equilibrium).

Представляя целевые функции агентов как функции выигрыша $\phi_i(c)$, где $c = (c_1, \dots, c_n) \in D = \prod_{i=1}^n D_i$ – вектор действий n игроков, находим вектор равновесия Неша $c^N = (c_1^N \dots c_n^N)$ при условиях

$$\forall_i \in I, \forall c_i \in D_i, f_i(c_i^N, c_{-i}^N) \geq f_i(c_i, c_{-i}^N). \quad (3)$$

При этом рассматриваем только бескоалиционные игры и принимаем гипотезу благожелательности (the hypothesis of benevolence) – предположение, что агент из множества одинаково предпочтительных со своей точки зрения альтернатив выбирает наиболее предпочтительную для мета-агента [18].

На этапе решения задачи определения стратегий агентов осуществляется выбор механизма планирования $\pi(S) : S \rightarrow P$, с помощью которого назначается план для i -того агента $p_i = \pi_i(S)$.

Выделим следующие динамические активные подсистемы со связанными периодами функционирования

Подсистема 1: «уполномоченный регулятор» → «центральные государственные органы и их структурные подразделения, местные государственные органы и их структурные подразделения, некоммерческие организации, действующие в рамках государственного социального заказа и их структурные подразделения».

Подсистема 2: «потребители комплексных государственных услуг» → «центральные государственные органы и их структурные подразделения, местные государственные органы и их структурные подразделения, некоммерческие организации, действующие в рамках государственного социального заказа и их структурные подразделения».

Это создает возможность при проведении многопериодного процесса обучения (игры) игры корректировать стратегии для всех классов агентов. При моделировании процесса формирования стратегии назовем суперигрой последовательность однопериодных этапов (игр).

Пусть $k = \overline{1, K}$ – число периодов. В каждом периоде k выделяются целевые функции центра $\psi_k(p, y)$ и активного элемента $\phi_k(c, y)$.

Плановая траектория стратегий мета-агента МАС ЗФГО $p = (p_1, p_2, \dots, p_T)$.

Траектория реализации стратегий $c = (c_1, c_2, \dots, c_T)$.

При движении от периода к периоду меняется система ограничений. Множество допустимых условий в периоде k зависит от действий в предыдущем периоде и от плана текущего периода $D_k = D_k(p_k, c_{k-1})$, $k = \overline{2, K}$.

Ставится задача поиска оптимальной с точки зрения затрат ресурсов траектории реализации стратегий агентов при заданной плановой траектории

$$\varphi_k(c, y) \overline{c \in D_k(p_k, c_{k-1})} \max, k = \overline{2, K}. \quad (4)$$

Каждый период функционирования данной системы может включать в себя несколько этапов.

Для Подсистемы 1 поиск оптимальной стратегии для агентов классов «центральные государственные органы и их структурные подразделения, местные государственные органы и их структурные подразделения, некоммерческие организации, действующие в рамках государственного социального заказа и их структурные подразделения» как подчиненного элемента определяется как:

$$\begin{cases} \varphi_i^1(p, y) \rightarrow \max \\ f_i^1 \leq f_i^{orp} \end{cases}. \quad (5)$$

Стратегия этих агентов определяется в соответствии с моделью равновесия Нэша с учетом условий $f_i^1(c_i^N, c_{-i}^N) \geq f_i(c_i, c_{-i}^N)$ как вектор: $y_i^1 = y(p_i^1, Q_i^1, I_i^1)$.

Для Подсистемы 2 поиск оптимальной стратегии для этих агентов как подчиненного элемента определяется как:

$$\begin{cases} \varphi_i^2(p, y) \rightarrow \max \\ f_i^2 \leq f_i^{orp} \end{cases}. \quad (6)$$

Стратегия этих агентов также определяется в соответствии с моделью равновесия Нэша с учетом условий $f_i^2(c_i^N, c_{-i}^N) \geq f_i(c_i, c_{-i}^N)$ как следующий вектор: $y_i^2 = y(p_i^2, Q_i^2, I_i^2)$.

Тогда оптимальная на каждый данный отрезок времени стратегия мета-агента МАС ЗФГО является совокупностью двух рассмотренных стратегий и определяется как:

$$y_i^* = y(p^{opt} = p^1 + p^2, Q^{opt} = \max(Q^1, Q^2), I^{opt} = I^1 + I^2). \quad (7)$$

Выводы. Таким образом, в разработанной концептуальной модели МАС ЗФГО реализуется концепция интеллектуальной СППР в «цикле постоянного улучшения».

Основные задачи, которые может решать интеллектуальная СППР, действующая на основе представленной нами концептуальной модели – автоматизация процессов:

- сквозной многоуровневой декомпозиции задач и функций государственного управления, начиная с центральных государственных органов (и их структурных подразделений) и заканчивая органами местного самоуправления (и их структурными подразделениями) и НКО, оказывающими услуги в рамках государственного социального заказа и общественного контроля за качеством государственных услуг;

- розробки, согласования и утверждения стандартов исполнения государственными органами и некоммерческими организациями задач, вытекающих из возложенных на них функций;
- ведения реестра функций государственных органов и государственных услуг;
- учёта рекламаций по качеству государственных услуг, а также услуг некоммерческих организаций в рамках государственного социального заказа и общественного контроля за качеством государственных услуг.

1. *Бахтизин А.Р.* Агент-ориентированные модели экономики. — М.: Экономика, 2008. — 279 с.
2. *Виттих В.А.* Ситуационное управление с позиций постнеоклассической науки // Онтология проектирования.— 2012.— №2. — С. 7–15.
3. *Гимаров В.В., Карпова Т.П., Петрушко И.М.* Использование концепции мультиагентных систем для моделирования экономических процессов // Журнал правовых и экономических исследований.— 2012.— №2. — С. 86–87.
4. *Зайцев И.Д.* Многоагентные системы в моделировании социально-экономических отношений: исследование поведения и верификация свойств с помощью цепей Маркова: Дис... канд. техн. наук. — Новосибирск, 2014. — 142 с.
5. *Кенжебаева А.* Четкая организация как фундамент качества // Юридическая газета.— 6.02.2014 // urgazeta.kz.
6. *Романов В.П., Яковлев Д.Н., Бадрина М.В., Чиркова Е.А.* Мультиагентное моделирование экономики в среде AnyLogic // Ситуационные центры и перспективные информационно-аналитические технологии поддержки принятия решений: Материалы науч.-практ. конференции. — М.: РАГС, 2009. — С. 282–290.
7. *Скобелев П.О.* Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений: Дис... докт. техн. наук. — Самара, 2003. — 418 с.
8. *Сушко Е.Д.* Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация: Препринт # WP/2012/292. — М.: ЦЭМИ РАН, 2012. — 54 с.
9. *Таранников Н.А.* Структура мультиагентной системы принятия решений для многокритериальной оценки инновационной деятельности предприятия // Фундаментальные исследования.— 2007.— №12. — С. 399–400.
10. *Чиркунов К.С.* Мультиагентный подход и моделирование поведения взаимодействующих иерархических систем экономической природы: Автореф. дис... канд. физ.-мат. наук. — Новосибирск, 2012. — 24 с.
11. *Шербаков М.В.* Интеллектуальная поддержка при принятии управленческих решений в цикле постоянного улучшения: Автореф. дис... докт. техн. наук / ВГТУ. — Волгоград, 2014. — 36 с.
12. *Galan, J.M., Izquierdo, L.R., Izquierdo, S.S., Santos, J.I., del Olmo, R., Lopez-Paredes, A.E.B.* (2009). Errors and Artefacts in Agent-Based Modelling. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 12(1)1.
13. *Hadzibeganovic, T., Stauffer, D., Schulze, C.* (2009). Agent-based computer simulations of language choice dynamics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1167: 221–229.
14. *Klugl, F.* (2008). A validation methodology for agent-based simulations. In: *Proceedings of the ACM symposium on Applied computing table of contents* (pp. 39–43). Fortaleza, Ceara, Brazil.
15. *Murthy, V.K., Krishnamurthy, E.V.* (2009). Multiset of Agents in a Network for Simulation of Complex Systems. Recent advances in Nonlinear Dynamics and Synchronization (NDS-1) — Theory and applications. Eds. K. Kyamakya et al. Springer Verlag, New York.
16. *Niazi, M., Siddique, Q., Hussain, A., Kolberg, M.* (2010). Verification & Validation Of An Agent-Based Forest Fire Simulation Model. In: *Proceedings of the Agent Directed Simulation Symposium 2010*, as part of the ACM. SCS Spring Simulation Multiconference (pp. 142–149). Orlando, FL, April 11–15.
17. *Nigel, G.* (2004). Agent-based social simulation: dealing with complexity. Centre for Research in Social Simulation, University of Surrey, Guildford, UK, 18 December // cress.soc.surrey.ac.uk.
18. *Noncooperative Games* (2008). *International Encyclopedia of Social Sciences* // www.encyclopedia.com.
19. *Salamon, T.* (2011). *Design of Agent-Based Models: Developing Computer Simulations for a Better Understanding of Social Processes*. Bruckner Publishing. 220 p.

20. *Trajkovski, G., Collins, S.G.* (editors) (2009). Handbook of Research on Agent-Based Societies: Social and Cultural Interactions. New York: Information Science Reference Hershey. 412 p.

21. Tutorial on agent-based modeling and simulation part 2: how to model with agents (2006). Association for Computing Machinery, Winter Simulation Conference.

Стаття надійшла до редакції 20.04.2015.