

УДК 519.876.2

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ МУНИЦИПАЛИТЕТА

**Богданова О.В.<sup>1</sup>, Шигина А.А.<sup>1</sup>, Цепкова М.И.<sup>1</sup>, Загрунная М.А.<sup>1</sup>, Конончук А.М.<sup>1</sup>,  
Решетникова К.В.<sup>1</sup>, Хохрякова Е.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия (660025, Красноярск, пер. Вузовский, 3), e-mail: [kafedraIT@mail.ru](mailto:kafedraIT@mail.ru).

Исследованы теоретические подходы к моделированию деловых процессов государственного и муниципального управления. Обоснован выбор математической модели деловых процессов на уровне муниципалитета и определены ее технические характеристики. Выявлено, что среди процессно-статистического подхода к моделированию указанных процессов, организационного (административного) моделирования задач органов публичной власти и концептуальных многомерных моделей наиболее эффективным является мультиагентное имитационное моделирование как частный случай математического моделирования. Указанная технология моделирования позволит детально описать деловые процессы муниципальных органов власти и поведение конкретных субъектов экономики. Одним из направлений совершенствования системы государственного и муниципального управления является внедрение в процесс оперативного управления автоматизированных и интеллектуальных информационных технологий, позволяющих снизить затраты труда и повысить качество принимаемых решений на всех уровнях управления.

Ключевые слова: математическое моделирование, деловые процессы, муниципальное управление, эффективность функционирования, оптимизация, имитационное моделирование

## MATHEMATICAL MODELLING OF THE MUNICIPALITY BUSINESS PROCESSES

**Bogdanova O.V.<sup>1</sup>, Shigina A.A.<sup>1</sup>, Cepkova M.I.<sup>1</sup>, Zagrunnaja M.A.<sup>1</sup>, Kononchuk A.M.<sup>1</sup>,  
Reshetnikova K.V.<sup>1</sup>, Hohrjakova E.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia (660025, Krasnoyarsk, Vuzovsky Lane, 3), e-mail: [kafedraIT@mail.ru](mailto:kafedraIT@mail.ru).

Studied theoretical approaches to modeling business processes of state and municipal management. The choice of the mathematical model business processes at the level of the municipality and the defined specifications is justified. Revealed that among process-statistical approach to modeling these processes, organizational (administrative) modeling tasks of public authorities and conceptual multidimensional models is the most effective multi-agent simulation as a special case of mathematical modeling. This modeling technology will allow us to describe in detail the business processes of the municipal authorities and the behavior of specific actors of the economy. One of the ways of improving the system of state and municipal management is the implementation in process operational control of automated and intelligent information technologies to reduce labor costs and improve the quality of decisions at all levels of management.

Keywords: mathematical modeling, business processes, municipal management, efficiency, optimization, simulation

Эффективность функционирования государственной системы связана с проблемой эффективной оценки затрат труда в сфере муниципального управления и в значительной степени зависит от процессов исполнения функций муниципальных органов, требующих существенных трудозатрат и проведения значительных учетных работ, учитывающих региональные особенности. Несовершенная система моделирования деловых процессов муниципалитета обуславливает снижение эффективности функционирования муниципальных органов власти.

В целях совершенствования механизмов функционирования муниципалитета актуальным является использование математических моделей, сущность построения которых

состоит в том, что реальная система упрощается, формализуется и описывается с помощью того или иного математического аппарата. Исследование основывается на принципах моделирования сложных динамических систем в парадигме с бизнес-моделированием.

Используя исследования современных подходов к использованию математических моделей в государственном и муниципальном управлении, а также региональные особенности действующего законодательства, необходимо разработать математическую модель деловых процессов муниципалитета.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать теоретические подходы к моделированию деловых процессов государственного и муниципального управления;
- обосновать выбор необходимой математической модели деловых процессов на уровне муниципалитета и определить ее технические характеристики;
- разработать направления совершенствования системы государственного и муниципального управления с целью снижения затрат труда в рамках действующего законодательства с использованием математического моделирования.

Идея исследования заключается в оценке возможностей и преимуществ применения математического моделирования деловых процессов в сфере муниципального управления, разработке и внедрении математической модели деловых процессов в целях совершенствования механизмов повышения эффективности функционирования муниципалитета.

Исследование основано на применении методов математического моделирования, системного и логического анализа, сравнительного анализа, экономико-статистических методов; методологии моделирования бизнес-процессов; методологии исследования операций.

В общем смысле моделирование является средством описания организационного устройства и порядка функционирования социально-экономических систем, предназначенным для анализа и оптимизации их структуры и процессов функционирования.

Структурная схема особенностей муниципального управления приведена на рис.1.

В настоящее время для оценки и совершенствования деловых процессов государственного управления известно применение процессно-статистического подхода и визуального и имитационного моделирования (выходные параметры модели представлены набором статистических характеристик и законом распределения), позволяющего оценить эффективность функционирования государственной системы и исследовать способы ее совершенствования, в том числе, за счет применения информационных систем и интернет-технологий [6].



Рисунок 1 – Особенности муниципального управления

Процессно-статистический подход основан на принципах интеграции визуального и имитационного моделирования деловых процессов; использовании унифицированного языка моделирования UML для представления деловых процессов; автоматизированного синтеза имитационных моделей деловых процессов. Указанный подход позволяет учитывать случайный характер исполнения производственных и управленческих процессов [5].

Для получения численной оценки эффективности государственной системы с точки зрения затрат труда известно применение интегрального показателя эффективности [6]:

$$K = \frac{\text{суммарные затраты труда в идеальной системе}}{\text{суммарные затраты труда в реальной или проектируемой системе}}$$

Указанный показатель позволяет сравнивать возможные проекты модификации системы государственного и муниципального управления; оценивать эффективность взаимодействия в различных регионах и различных странах. Но в последнем случае данный показатель является лишь одним из критериев оценки. Разный уровень развития социальной системы будет требовать различных объемов информационного взаимодействия.

В целях оптимизации структуры и процессов функционирования социально-экономических систем известно применение и организационного (административного) моделирования к таким задачам ОПВ (орган/органы публичной власти), как проектирование структуры, функций и процессов, в том числе процессов оказания государственных (муниципальных услуг), а также при организации систем управления результатом в конкретных сферах социально-экономического развития, находящихся в зоне ответственности ОПВ [4].

Известна разработанная база концептуальных многомерных моделей различных социально-экономических процессов (от систем бюджетно-финансового менеджмента до моделей управления социальными и информационными процессами на муниципальном

уровне), отражающая возможность универсального применения методики концептуального проектирования как самодостаточного инструментария. [2]. Такие модели создают возможности проектирования социально-экономических процессов различных сфер жизнедеятельности муниципального образования.

Единственным инструментом, который объединяет системную динамику, агентное и дискретно-событийное моделирование, является мультиагентное имитационное моделирование [3]. Имитационное моделирование – это частный случай математического моделирования. Имитационная модель – логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Применение имитационной модели дает возможность комплексной оценки управленческих решений и влияний внешней среды, в том числе негативных, как на отдельных субъектах экономики, так и на макропоказатели в целом. Учет связей между объектами в мультиагентной модели способствует повышению качества прогнозирования экономических показателей и позволяет оптимизировать структуру распределения материально-финансовых ресурсов и выбрать наилучший вариант стратегии развития.

При этом в данной имитационной модели используются и модели системной динамики, в тех случаях, когда детальная информация по объектам неважна, либо недостаточно данных для построения мультиагентных моделей. Взаимодействуя между собой, агенты образуют рыночную инфраструктуру: рынок товаров и услуг, рынок труда, рынок недвижимости, финансовый рынок и т.д.

В основу описания поведения агентов положена модель жизненного цикла. Жизненный цикл конкретного агента представлен в виде дискретной системы, при определенных условиях меняющей свои внутренние состояния, и может быть задан в виде графа переходов между стадиями (режимами) его существования.

Динамическая модель перехода интеллектуального агента из одного режима функционирования в другой представлена в виде продукционной системы (формула 1):

$$PS = \langle R, B, I \rangle, \quad (1)$$

где  $R$  – множество режимов функционирования агента;  $B$  – множество правил преобразования (база знаний);  $I$  – интерпретатор (машина логического вывода).

Структура модели поведения социального агента определяется выражением (2):

$$SBeh_i = \langle SCh_i, \{p_{1i}, p_{2i}, \dots, p_{ni}\}, DM_i, BehM_i \rangle, \quad (2)$$

где  $SCh_i$  – граф переходов-состояний социального агента;  $\{p_{1i}, p_{2i}, \dots, p_{ni}\}$  – вектор характеристик социального агента;  $DM_i$  – матрица решений социального агента;  $BehM_i$  – модели поведения социального агента.

Модель поведения социальных агентов на каждой стадии жизненного цикла [3] определяется экспертной системой (3) (рис. 2):

$$SAExpSys = \{ \{p_{1i}, p_{2i}, \dots, p_{ni}\}, \{r_1, r_2, \dots, r_n\}, OM \}, \quad (3)$$

где  $\{p_{1i}, p_{2i}, \dots, p_{ni}\}$  – вектор характеристик социального агента;  $\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$  – вектор правил преобразования параметров агента; OM – машина вывода.

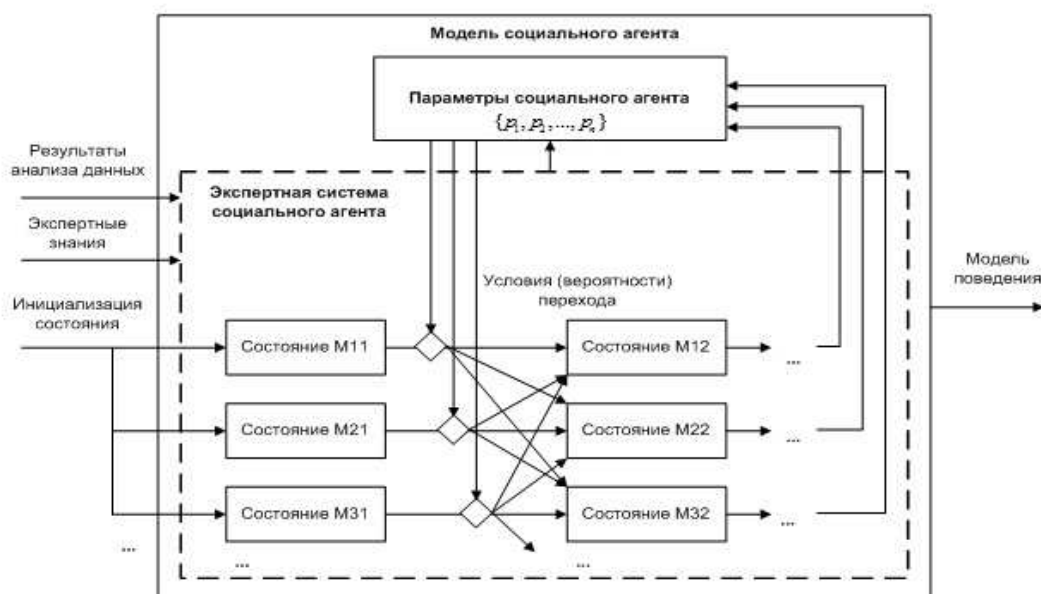


Рисунок 2 – Экспертная система социального агента

Можно выделить следующие преимущества использования данного метода:

- получение нового качества прогнозных данных по сравнению с регрессионными зависимостями: прогнозирование динамики развития на уровне отдельных групп объектов, а не только на уровне всего массива агентов;
- возможность использования исходных данных статистики только за предшествующий период, а не за несколько периодов (как в случае использования регрессионных зависимостей).

Применение имитационного моделирования при разработке экономических механизмов позволяет осуществлять проверку теоретических результатов и практических предложений по созданию новых управленческих стратегий и для совершенствования существующих экономических регуляторов.

Результаты моделирования могут быть использованы для сравнения различных стратегий развития и поиска эффективных управленческих решений аналитиками, занимающимися стратегическим планированием, органов власти территориальных образований, а также коммерческих предприятий.

Таким образом, технология моделирования деловых процессов муниципалитета на основе мультиагентного подхода может служить инструментом комплексного анализа и

прогноза развития ситуации. Применение аппарата мультиагентного имитационного моделирования является целесообразным, так как многие из задач прогнозирования и анализа вариантов действий руководства, решаемых в рамках муниципалитета, можно решить только при условии детального описания моделей поведения конкретных субъектов экономики, что достигается в рамках агентного моделирования.

Корпоративные технологии управления документами на предприятии поддерживают эффективные средства работы с информацией, включая автоматизацию процессов, а также возможности совместной работы людей с документами. В этом смысле они являются важной, но не единственной компонентой реализации концепции муниципального управления.

Основные направления развития технологий управления документами и знаниями показаны на рисунке 3.

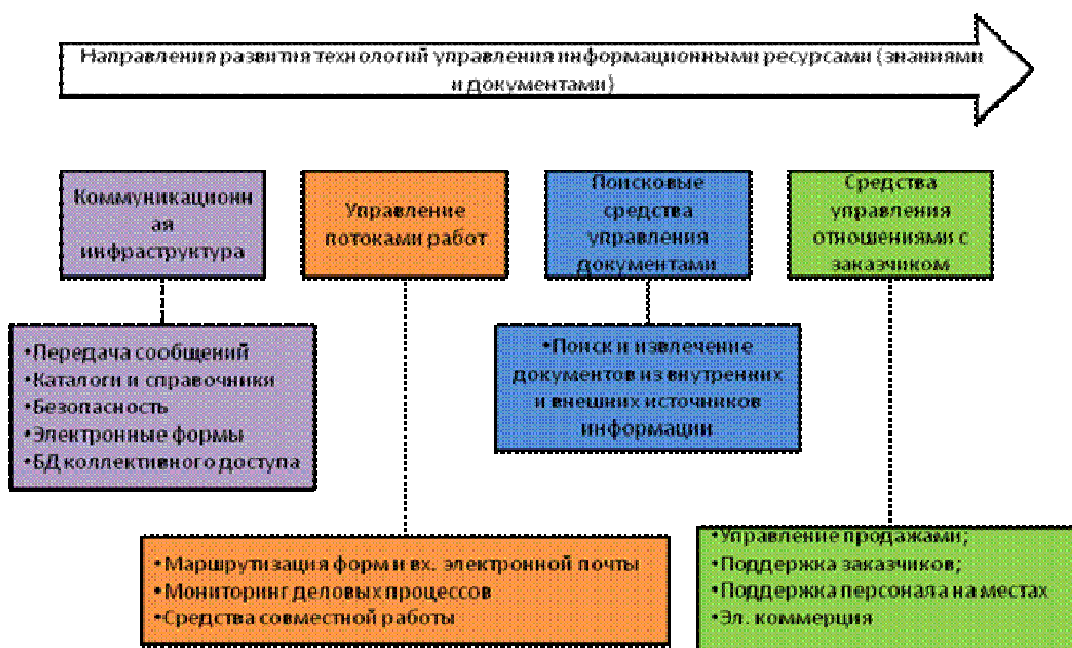


Рисунок 3 – Направления развития технологий управления документами и знаниями

При этом центральными направлениями совершенствования системы государственного и муниципального управления остаются:

- снижение избыточного государственного регулирования;
- повышение качества государственных услуг;
- повышение эффективности органов власти;
- повышение информационной открытости.

В настоящее время территориальные объекты муниципального управления являются одними из наиболее трудно адаптируемых к высокой динамике социальных и экономических условий, складывающихся в стране. Этим обуславливается актуальность проблемы совершенствования системы государственного и муниципального управления с целью

снижения затрат труда в рамках действующего законодательства [1]. Для решения этой задачи необходимо непрерывно повышать эффективность оперативного управления объектами территории и совершенствовать структуру самого управляющего органа.

Одним из путей повышения эффективности является внедрение в процесс оперативного управления автоматизированных и интеллектуальных информационных технологий, позволяющих организовать единое экономико-информационное пространство функционирования органов муниципальной власти и этим повысить качество принимаемых решений на всех уровнях управления.

Для проведения эффективной адаптации структуры системы муниципального управления к решению новых задач, внедрению современных средств вычислительной техники и новейших информационных технологий управления необходима автоматизация этого процесса.

### **Заключение**

В результате проведенного исследования сформулированы следующие выводы.

Исследованы теоретические подходы к моделированию деловых процессов государственного и муниципального управления. Выявлено, что среди процессно-статистического подхода к моделированию указанных процессов, организационного (административного) моделирования задач органов публичной власти и концептуальных многомерных моделей наиболее эффективным является мультиагентное имитационное моделирование. Наряду с другими данный метод дает возможность оценки управленческих решений и влияний внешней среды, в том числе негативных, как на отдельных субъектах экономики, так и на макропоказатели в целом.

Для совершенствования системы государственного и муниципального управления с целью снижения затрат труда в рамках действующего законодательства целесообразно применение автоматизированных и интеллектуальных информационных технологий.

Результаты проведенного исследования позволят разработать методические рекомендации по оптимизации времени исполнения типовых деловых процессов муниципалитета с использованием математического моделирования.

### **Список литературы**

1. Жук М.А. Экономико-математическое моделирование информационных технологий в муниципальном управлении: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Оренбург, 1999. – 208 с.
2. Каверзин И. Л. Исследование социально-экономического развития муниципального образования на основе многомерных моделей: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Владимир,

2006. – 155 с.

3. Клебанов Б. И., Москалев И. М., Бегунов Н. А., Рапопорт И. А. Технология моделирования социально-экономической динамики муниципального образования на основе мультиагентного подхода // ИММОД: сб. ст. 4-ой Всерос. науч.-практич. конф. по имитационному моделированию (Санкт-Петербург, 21-23 окт. 2009 г.). – Санкт-Петербург, 2009. – С. 1-6.

4. Макаревич М.И. Государственное и муниципальное управление: методология, практика и возможности компьютерного моделирования структур, функций, процессов органов власти: учеб. пособие. – Национ. исслед. ун-т информац. технологий, механики и оптики. – Санкт-Петербург, 2012. – 87 с.

5. Паскачев А.Б., Джамурзаев Ю.Д. и др. Моделирование деловых процессов в налоговых инспекциях / под общ. ред. Т.В. Шевцовой, Д.А. Чушкина. – М.: Издательство экономико-правовой литературы, 2006. – 304 с.

6. Щербаков С.М. Процессно-статистический подход в сфере государственного управления // Вопросы современной науки и практики. – № 6 (20). 2009. С. 204-214.

#### **Рецензенты:**

Ямщиков А.С., д.э.н., доцент, профессор кафедры экономики и информационных технологий менеджмента института управления бизнес-процессами и экономики Сибирского федерального университета (Министерство образования и науки РФ), г. Красноярск;

Ходос Д.В., д.э.н., доцент, профессор кафедры экономики и информационных технологий менеджмента института управления бизнес-процессами и экономики Сибирского федерального университета (Министерство образования и науки РФ), г. Красноярск.