

# КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАНИЕМ

Ю.П. Жмурко, А.Т. Киргуев, И.И. Короткая,  
А.В. Макаренко, А.Г. Моураов, С.В. Небасуй

Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)  
362021, Владикавказ, Россия  
E-mail: avm.science@mail.ru

**Введение.** Муниципальные образования являются, в настоящее время, основной формой организации совместного проживания множества людей. Современная фаза развития городов характеризуется их укрупнением, усложнением инфраструктуры, усилением их социально-экономической значимости. Вполне естественно, что, при подобных изменениях, муниципалитет сталкивается с проблемой снижения управляемости городом, причём как на оперативном уровне решения текущих задач, так и на уровне стратегического планирования его развития. Возможный вариант решения этой проблемы – внедрение полноценной интеллектуальной информационно-управляющей системы.

Подобная постановка задачи качественно отличается от общепринятой [1], ориентированной на применение автоматизированных информационных систем (системы электронного документооборота, геоинформационные системы, web-системы, базы данных и т.п.). Ибо их основной целью является формирование единого информационного поля поддержки принятия решения менеджером, а информационно-управляющая система (ИУС) – должна предоставлять человеку сформированные управленческие решения. Таким образом, происходит смена парадигмы управления сложными социально-экономическими объектами: информационные системы из вспомогательных средств, переходят на уровень равноправных партнёров.

Прежде чем приступать к полномасштабному проектированию ИУС, необходимо изучить ряд вопросов, связанных с принципиальной возможностью создания подобной системы отвечающей поставленным перед ней целям и реально способной решать возложенные на неё задачи. К их числу относятся и рассмотренные в настоящей работе с точки зрения кибернетического формализма: обобщенная характеристика объекта управления; обобщённая характеристика задачи управления; архитектура информационно-управляющей системы.

**2. Обобщённая характеристика объекта управления.** Объект управления (ОУ) – муниципальное образование – является сложной, открытой, социально-экономической системой, пространственно распределённой на плоскости. В силу этого город

характеризуется пространственно распределёнными потоками ресурсов и информации, посредством которых его составляющие взаимодействуют как между собой, так и с внешней средой. Объект управления включает в себя три базовые составляющие:

- природно-климатическую;
- техногенно-инфраструктурную;
- био-социальную.

Единичным активным элементом ОУ является человек, поэтому на динамику системы существенное влияние оказывают индивидуальные и групповые поведенческие реакции жителей города [2].

Функционирование ОУ определяется двумя классами целей:

- внутренние цели – это задачи поддержания удовлетворённости населения города на оптимальном уровне;
- внешние цели – это выполнение городом определённых возложенных на него геополитических и социально-экономических задач.

В общем случае, активные элементы города и внешней среды по каждому классу целей формируют множество подцелей, которые в силу ограниченности ресурсов и противоречия интересов, конкурируют между собой.

По сути, муниципальное образование может функционировать в двух режимах: штатном и аварийном. Аварийные состояния логично классифицировать по их принадлежности:

- природные и техногенные катастрофы;
- социальные, политические и экономические кризисы;
- акты терроризма.

Причиной возникновения аварийных состояний могут быть как внутренние или внешние процессы, так и их комбинации. Процессы могут иметь как спонтанный, так и направляемый характер. Отдельного внимания требуют ошибки управления городом, вызванные как коррупцией, так и неграмотностью менеджмента.

Необходимо отметить, что возможны как наложения различных классов аварийных ситуаций и их причин, так и их взаимное индуцирование.

В общем случае, при моделировании динамики, город в аспекте объекта управления необходимо рассматривать как нелинейную, нестационарную систему высокой размерности с переменной структурой, функционирующую в крайне нестационарной, стохастичной среде. На коротких интервалах времени город возможно рассматривать как систему без внешних целей, либо определять внешние цели как константу. Модель необходимо строить в классе дискретно-континуальных моделей. Системная точка зрения на структуру и функциональность ядра модели динамики города предложена в работе [3].

**3. Обобщённая характеристика задачи управления.** Вполне естественно, что цель управления городом определяется целями его функционирования. С учётом свойств ОУ, задача управления муниципальным образованием характеризуется на коротких интервалах времени как задача стабилизации, а на длинных, как задача слежения. Задача слежения возникает в силу специфики управления городами на средних и длинных интервалах – программного планирования их развития.

Наличие множества подцелей функционирования города и их противоречивость, а также ресурсная ограниченность ОУ требует наличия комплексного критерия оптимальности, что определяет задачу управления городом как многокритериальную. При этом в зависимости от конкретной ситуации, цели и задачи управления видоизменяются, что подразумевает изменение значимости того или иного критерия.

В штатном режиме функционирования города, главными управляющими воздействиями для него являются решения администрации местного самоуправления (АМС). Специфической особенностью города является то, что управляющие процессы в нём протекают на трёх уровнях:

- на уровне самого города – самоорганизация [4];
- на уровне АМС – контроль и управление;
- на уровне внешних процессов и систем – задающее воздействие.

Если эти три уровня управления рассматривать как отдельные контура управления, то город представляет собой многосвязную иерархическую систему управления [5].

С учётом того факта, что в контурах управления и в самом ОУ присутствует человек, город необходимо рассматривать как эргатическую систему управления.

В совокупности, задача управления муниципальным образованием определяется следующими факторами:

- 1) целями и ограничениями на режимы функционирования объекта управления и управляющих структур;
- 2) характеристиками и ограничениями присущими объекту управления и управляющим структурам;
- 3) параметрами внешних систем и внешней среды.

Необходимо отметить, что ОУ находится под влиянием возмущающих воздействий, которые порождаются не только во внешней среде, но и внутри самого города, и в недрах АМС.

**4. Архитектура ИУС.** С учётом высокого уровня априорной неопределённости и нелинейности объекта управления, ИУС должна проектироваться как адаптивная система управления [5]. Принимая во внимание нестационарность внешней среды и протекание в городе процессов самоорганизации, ИУС должна обладать высокой степенью адаптивности

близкой к уровню структурно-целевой адаптируемости, а для снижения негативного влияния человеческого фактора, обладать развитыми свойствами самоконтроля и самообучения [6].

Исходя из того, что ОУ – социально-экономическая система, а управляющая структура (АМС) – менеджмент система, ИУС должна обладать свойствами интеллектуального вывода решения в диалоговом режиме.

Совокупность полученных результатов свидетельствует, что фактически ИУС должна решать задачу оптимального управления "в большом" с достижением конечной цели в заранее неизвестной ситуации, при неполной и противоречивой информации о характеристике как объекта управления, так и внешней среды.

В работе [3] выявлено, что для обеспечения устойчивого функционирования города на коротких интервалах времени, необходимо поддерживать удовлетворённость его населения на некотором оптимальном уровне – экстремальном значении. Поэтому, если решать задачу в локальной форме, то есть как задачу стабилизации функционирования объекта на коротких интервалах, то вполне возможно обойтись решением ИУС в виде экстремальной системы управления стационарным объектом с относительно простой и известной структурой ОУ, а внешние возмущения считать малыми.

Если же принять во внимание необходимость решения задачи на длинных интервалах времени (задача слежения), тогда нестационарностью объекта пренебречь уже нельзя, и внешние возмущения будут накапливаться до критического уровня. Поэтому ИУС должна обладать более развитыми функциями адаптации: прогнозировать состояния ОУ, оптимизировать цели управления и задавать интервал оптимизации.

Оба описанных варианта построения ИУС, в качестве ядра имеют адекватную, комплексную модель динамики функционирования муниципального образования. Полученные в работе [3] предварительные результаты указывают на то, что создать подобную модель возможно лишь при условии комбинированного подхода. С одной стороны, модель необходимо разрабатывать на основе феноменологии объекта моделирования и законов описывающих его функционирование [7]. С другой стороны, необходима идентификация динамической системы по результатам наблюдения входа-выхода реального объекта [5]. Специфика жизни городов не позволяет входить в режим активного эксперимента для проведения идентификации, что вкупе с нелинейностью объекта управления и его высокой размерностью, предопределяет применение в качестве аппроксиматора динамики объекта – нейронных сетей [8].

**Заключение.** Результаты настоящего исследования и работы [3], составляют совокупность базовых положений для создания полноценной информационно-управляющей системы городом.

Полученные предварительные результаты качественного характера, указывают на возможность синтеза интеллектуальной самообучающейся информационно-управляющей системы муниципальным образованием.

Следует отметить, что предложенная концепция – введение в контур управления городом автоматической системы управления, значительно расширяет возможности классических автоматизированных информационных систем. Она изменяет саму парадигму управления сложными социально-экономическими объектами, переводя информационные системы из вспомогательных средств, на уровень равноправных партнёров менеджмента. Причём ИУС не призвана заменить менеджера, так как у человека и у кибернетической управляющей системы есть дополняющие друг друга характеристики, взаимно компенсирующие их индивидуальные недостатки.

Дальнейшее развитие данной темы подразумевает исследование с позиций кибернетики вопросов наблюдаемости, идентифицируемости и управляемости города, как объекта управления [5].

Работа выполнена при поддержке Министерства по Образованию и Науки РФ.

#### **Литература**

- [1]. Сурнин А.Ф. Муниципальные информационные системы. Опыт разработки и эксплуатации. – Обнинск, 1998.
- [2]. Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А. От амёбы до робота: модели поведения. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 288 с.
- [3]. Жмурко Ю.П., Киргуев А.Т., Короткая И.И., Макаренко А.В., Моураов А.Г., Небасуй С.В. Город – как объект управления. / Теория активных систем (ТАС-2005): Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Москва, ИПУ РАН. 2005 г. (в печати).
- [4]. Хакен Г. Синергетика. М: Мир, 1980.
- [5]. Справочник по теории автоматического управления, под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука. Гл. Ред. Физ.-мат. Лит., 1987. – 712 с.
- [6]. Цыпкин Я.З. Основы теории обучающихся систем. – М.: Наука, 1970. – 252 с.
- [7]. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. – М.: Энергоиздат, 1996. – 544 с.
- [8]. Головкин В.А. Нейронный сети: обучение, организация и применение. Книга 4. / Общая ред. А.И. Галушкина. – М.: ИПРЖР, 2001. – 256 с.