

Д.Ю. Нечаев, В.Ю. Никонова

МНОГОАГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ

Рассмотрены технологии многоагентных систем, методы интеллектуального анализа данных, предложены неманипулируемые механизмы распределения ресурса для целей моделирования систем управления жилищно-коммунальным хозяйством.

Социально-экономическая ситуация в России становится все более зависимой от состояния и реформирования жизнеобеспечивающих инфраструктурных отраслей особое место среди которых занимает жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ).

Как свидетельствует проведенный краткий анализ состояния проблемы, исследование организационно-экономических механизмов повышения эффективности функционирования жилищно-коммунального сектора российской экономики актуально в научном и прикладном плане в связи с необходимостью проведения неотложных глубоких трансформаций укоренившихся низкоэффективных форм и методов управления ЖКХ, их адаптации к рыночным условиям хозяйствования.

В соответствии с поставленной целью сформулированы функции агентов и субъективные предпочтения руководителя, разработана методика оценки обстановки ресурсного снабжения предприятия микроэлектроники и возможных ЧС на них вследствие недостаточного ресурсного обеспечения методами интеллектуального анализа данных, предложены способы управления ресурсами и технологическими операциями связанными с управлением ими.

При практической реализации системы управления ЖКХ возникают серьезные трудности с проектированием и даже просто описанием объединенных в единую систему управления различных должностных лиц технических и технологических средств, выполняющих общую задачу по недопущению возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций на градообразующих предприятиях. Поэтому для моделирования системы управления ЖКХ предложено использовать одно из последних результатов теории управления распределенных систем - технологию многоагентных систем, в которую заложены две составляющие:

- методы и алгоритмы, посредством которых многоагентная система решает задачи, анализирует обстановку, вырабатывает рекомендации;
- методы создания агентов, алгоритмы их взаимодействия и организация функционирования органов управления многоагентных систем поддержки принятия решений.

Для анализа сложившейся обстановки в части ресурсного обеспечения градообразующего предприятия предложено применять методы ин-

интеллектуального анализа данных (далее - ИАД), заключающиеся в применении алгоритмов обработки для выявления скрытых тенденций, закономерностей, взаимосвязей и перспектив развития ситуаций, учет которых поможет повысить качество принимаемых решений. Интеллектуальные системы анализа данных могут основываться на двух подходах. *Первый* заключается в том, что в системе фиксируется опыт эксперта, который и используется для оценки создавшейся ситуации. На этом подходе основывается построение экспертных систем. *Второй подход* базируется на анализе исторических данных, описывающих поведение изучаемого объекта, принятых в прошлом решениях, их результатов. Наконец, существует *третий подход* – комбинация первых двух: результаты, полученные при анализе исторических данных, оцениваются на основе опыта эксперта.

В работе доказано, что использование методов интеллектуального анализа данных порождает проблему субъективного выбора метода и требует субъективного критического осмысления результатов анализа. Поэтому для выбора используемых методов и способов отображения субъективных предпочтений специалиста, использующего эти методы, проведен сравнительный анализ современных математических методов: генетического алгоритма; нейронных сетей; кластеризации; статистического анализа данных; нечеткой логики и найдены математические методы путей решения этой проблемы.

Важнейшей задачей управления ЖКХ является задача распределения ресурсов между объектами экономики с целью минимизации вероятности возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций на градообразующих предприятиях и предприятиях имеющих высокую социальную значимость. При этом ЖКХ как экономический объект заинтересовано в том, чтобы суммарная эффективность исполнителей была максимальной:

$$\sum_{i=1}^n \varphi_i(x_i) \rightarrow \max, \quad (1)$$

при условии ограниченности распределяемого ресурса

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq R, \quad (2)$$

где x_i - количество полученного ресурса, $i = \overline{1, n}$, $x = (x_1, \dots, x_n)$, R - количество имеющегося ресурса.

Если решение об объеме выделяемого ресурса принимается на основании заявок исполнителей (s_i - сообщаемая i -м исполнителем заявка на ресурс), то должностное лицо использует следующий механизм $\pi(\cdot)$ распределения ресурса (механизм планирования):

$$x_i = \pi_i(s_1, s_2) = \frac{s_i}{s_1 + s_2} R, \quad i = 1, 2. \quad (3)$$

При этом количество ресурса, получаемого каждым исполнителем, зависит от его собственной заявки и от заявки другого исполнителя, т.е. имеет место игра. Такой механизм распределения ресурса является манипулируемым – равновесные заявки исполнителей не совпадают с их истинными потребностями. Для избавления от этого манипулирования предлагается следующий прямой механизм. Исполнители должны сообщать руководителю не заявки $s_i \in [0,1]$, а непосредственно оценки $\tilde{r}_i$ параметров r_i своих функций предпочтения $\varphi_i(x_i)$. Получив оценки $\{\tilde{r}_1, \tilde{r}_2\}$, руководитель определяет точку равновесия $(s_1^*(\tilde{r}_1, \tilde{r}_2), s_2^*(\tilde{r}_1, \tilde{r}_2))$ в соответствии со следующей процедурой:

1. Если у обоих исполнителей $\tilde{r}_i > 1/2$, то $s_1^* = s_2^* = 1/2$.
2. Если у одного из исполнителей $\tilde{r}_i \leq 1/2$ ($\tilde{r}_j > 1/2, j \neq i, \tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 > 1$), то $s_i^* = r_i / (1 - r_i), s_j^* = 1 - s_i^*$.
3. Если $(\tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 \leq 1)$, то $s_1^* = \tilde{r}_1, s_2^* = \tilde{r}_2$.

В работе доказано, что для любого механизма распределения ресурса существует эквивалентный прямой (неманипулируемый) механизм не меньшей эффективности. Основными в классе неманипулируемых механизмов распределения ресурса были выделены механизмы прямых и обратных приоритетов, конкурсные и децентрализованные механизмы.

В *приоритетных механизмах* распределения ресурса при формировании предложений в существенной степени используются показатели приоритета объекта потребления.

$$x_i(s) = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j \leq R \\ \min\{s_i, \gamma \eta_i(s_i)\}, & \text{если } \sum_{j=1}^n s_j > R \end{cases} \quad (4)$$

где $\eta_i(s_i)$ - функции приоритета объектов потребления; γ - коэффициент.

Механизмы прямых приоритетов используют принцип – "больше просишь – больше получишь".

Механизмы обратных приоритетов называют механизмами распределения пропорционально эффективности.

$$x_i^* = R \frac{\sqrt{A_i}}{\sum_{j=1}^n \sqrt{A_j}}. \quad (5)$$

где A - характеризует потери, если i -е подразделение вообще не получит ресурса.

Особенностью *конкурсных механизмов* является то, что подразделения участвуют в соревновании за получение ресурса.

$$f_i(\varphi_i, \xi_i) = \mu \varphi_i(s_i) - \alpha [\xi_i s_i - \varphi_i(s_i)] \quad i = \overline{1, n} \quad (6)$$

где ξ_i - ожидаемая эффективность применения ресурса, μ - доля эффекта, остающаяся в распоряжении объекта потребления, α - коэффициент.

Особенностью *децентрализованных механизмов* является то, что руководитель ЖКХ распределяет ресурс, между расчетами используя две возможности распределения ресурса – самому распределить ресурс между исполнителями или предоставить эту возможность руководителям подчиненных подразделений.

$$x_j^* = \frac{r_j}{\sum_{j \in I_k} r_j}, \quad j \in I_k, k = \overline{1, 2} \quad (7)$$

Использование предложенной модели позволит значительно повысить эффективность использования ресурсов ЖКХ, сократит вероятность возникновения и время локализации и ликвидации аварийных ситуаций на объектах потребления ресурсов, что, в свою очередь, приведет к сокращению прямых и косвенных потерь как градообразующих предприятий, так и системы ЖКХ.

Литература

1. Захаров В.Н. Интеллектуальные системы управления: основные понятия и определения // Теория и системы управления. 1997, № 3. – С. 138-145.
2. Ириков В.И., Тренев В.Н. Распределенные системы принятия решений. – М.: Наука, 1999.
3. Коробко В.Б. Расширение функций ГПС: вопросы теории и практики. М.: Изд-во "АРС"; 2000 г.-131 с.
4. Мильнер Б.З. Теория организации. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 480 с.
5. Моисеев Н.Н. Предисловие к книге Орловского С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.: Наука, 1981.
6. Беркалов С.А., Бурков В.Н. Минимизация упущенной выгоды в задачах управления проектами. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 56 с.
7. Беркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н., Образцов Н.Н. Задачи управления материально-техническим снабжением в рыночной экономике. – М.: ИПУ РАН, 2000. – 58 с.
8. Беркалов С.А., Бурков В.Н., Новиков Д.А., Шульженко Н.А. Модели и механизмы в управлении организационными системами. – М.: Издательство "Тульский полиграфист", 2003. Том 1. – 560 с., Том 2. – 380 с., Том 3. – 205 с.
9. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977. – 255 с.
10. Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Дзюбко С.И., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления безопасностью. – М.: СИНТЕГ, 2001. – 160 с.
11. Бурков В.Н., Ловецкий С.Е. Эвристический подход к решению динамических задач распределения ресурсов. – М.: Автоматика и телемеханика, 1966, №5.
12. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять организациями. – М.: СИНТЕГ, 2004. – 400 с.