

УДК 614.8

## АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Н. Лабутин

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

А.О. Семенов, Д.В. Тараканов

*Ивановский институт Государственной противопожарной службы МЧС России*

Использованы методы интеллектуального анализа данных для анализа оперативной обстановки на пожарах и при чрезвычайных ситуациях, возникающих на объектах химической промышленности. Разработаны алгоритмы выявления скрытых тенденций, закономерностей, взаимосвязей и перспектив развития прогнозируемых сценариев развития ситуаций, учет которых поможет повысить качество принимаемых решений.

**Ключевые слова:** интеллектуальный анализ, оперативная обстановка, чрезвычайная ситуация.

### Введение

В процессе управления при ликвидации чрезвычайных ситуаций (пожаров) на объектах химической промышленности, одной из существенных трудностей, возникающих перед лицом, принимающим решения (далее ЛПР), является проблема окончательного выбора оптимального, в известном смысле, варианта решения. Объекты химической промышленности относятся к потенциально опасным объектам, поэтому набор задач управления при ликвидации ЧС на них оказывается шире традиционного и требует разработки формализованных процедур решения каждой задачи.

В общем случае под управлением понимается воздействие управляющей системы (субъект управления) на управляемую систему (объект управления), нацеленное на обеспечение требуемого ее поведения в условиях изменения внешней среды. Воздействие субъекта управления на объект управления осуществляется через реализацию управленческих решений. В настоящее время для формализованного описания процессов управления (принятие решений), с целью повышения качества управленческих решений в системах

управления при ликвидации ЧС (пожара), широко используется агентно-ориентированный подход. Суть данного подхода заключается в том, что каждому элементу управляющей системы назначается агент, реализующий конкретную его функцию управления с помощью фиксированного набора алгоритмов. Однако в рамках данного подхода отсутствуют конкретные рекомендации по комплексному применению алгоритмов при решении задач, возникающих в системе управления при ликвидации ЧС (пожара). Поэтому задача формирования рекомендаций по использованию агентами алгоритмов решения практических задач управления является актуальной. Для решения этой задачи необходимо построить формализованную модель взаимодействия агентов системы управления, участвующих в разработке решений; провести анализ модели и предложить рекомендации по использованию агентами конкретных алгоритмов.

### 1. Агентно-ориентированное моделирование системы управления

Основным элементом многоагентной системы управления является агент – это лицо, облеченное управленческими пол-

номочиями. Термин «агент» является полезной метафорой для агентно-ориентированных систем, являющихся объединением объектно-ориентированной технологии искусственного интеллекта. На рис. 1 показана структура локального аген-

та. Агенты настроены на индивидуальные привычки и предпочтения конкретного должностного лица, множество функций, которые они способны выполнять достаточно широко.



Рис. 1. Структурная схема агента системы управления

На рис. 1 показана схема агента системы управления, пунктиром обозначена пересылка данных, сплошной линией – переход из состояния в состояние. При реализации функций управления агент может находиться в трех состояниях: активное, «замороженное» (пассивное) и ликвидации.

Для реализации своих функций агент должен обладать, по крайней мере, четырьмя возможностями [4]:

- поддерживать взаимодействие с окружающей средой, получая информацию и реагируя на нее своими действиями (реактивность);
- проявлять собственную инициативу (активность);
- посылать и получать сообщения от других агентов и вступать с ними во взаимодействие (социальная способность);

- действовать без вмешательства извне (автономность).

В соответствии с этим лицо принимающее решение, руководитель ликвидации ЧС (пожара), вырабатывающий управленческие решения должен обладать аналогичными возможностями.

Рассмотрим систему управления, создаваемую при ликвидации ЧС (пожара) на объекте химической промышленности, представим каждое должностное лицо ее составляющее как отдельного агента.

Тогда структурная схема функционирования агента в процессе принятия решений будет представлена совокупностью блоков, определяющих задачи решаемые агентом (рис. 2).

На рис. 2 блоками показаны функции агента, а стрелками показана связь между функциями.



Рис. 2. Схема функционирования агента системы управления

1. *Управление собственным процессом.* Набор параметров по которым осуществляется оценка вариантов при решении задач управления в ходе ликвидации ЧС на объекте химической промышленности оказывается шире традиционного набора параметров, так как отражает не только оценки вариантов, но и предпочтения руководителей. Блок 1 определяет какие специфические функции агента должны выполняться в данный момент, т.е. какая задача должна решаться. Используемые в задаче методы, определяют знания о других агентах (блок 3) и знания о внешней среде (блок 4), которые должны использоваться в этой задаче, а также осуществляют управление процессами обработки информации (блоки 3 и 4).

2. *Выполнение своих специфических функций.* В соответствии с предметным содержанием теории полезности каждая параметрическая функция является важной составляющей процесса выработки решения. При этом она должна отражать предпочтения нескольких агентов с целью их согласования, в соответствии с этим блок 2 использует знания о других агентах (блок 3) и знания о состояниях внешней среды (блок 4).

3. *Использование своих знаний о дру-*

*гих агентах и связь с ними.* Эти знания необходимы в процессе оценки достоверности информации, поступающей к агенту от других агентов, что не маловажно при согласовании коллективных решений нескольких агентов. Все оценки должны соответствовать субъективным оценкам руководителя.

4. *Использование своих знаний о внешней среде.* Знания о неконтролируемых воздействиях окружающей среды на систему управления, необходимы для оценки важности параметров используемых для выбора вариантов решений. Исходя из важности параметров производится оценка обстановки при ликвидации ЧС (пожара) на объекте химической промышленности.

5. *Убеждение.* Убеждения подразделяются на:

- внутренние убеждения агента, т.е. алгоритмы и оценки, заложенные в него экспертами;
- убеждения, возникшие в результате опыта (прецедента) [6,7].

6. *Желания* по определению – это цели или амбиции агента, которые он может достичь посредством совершения кажущихся ему возможных действий.

7. *«Замыслы» и «обязанности».* «За-

мысли» агента могут интерпретироваться как набор алгоритмов (сценариев), привлекательность и реализуемость которых меняется в зависимости от информации, получаемой из внешнего мира и от других агентов.

8. *Выработка решения задачи или рекомендации* осуществляется за счет оценок возможных алгоритмов (сценариев) и выбора из них наилучшего с учетом субъективных оценок руководителя и ограничений, диктуемых обстановкой. Результат представляется руководителю через блок 1 (рис. 2).

## 2. Выработка решений с использованием агентного подхода

Принятие решений в системе управления понимается как процесс выбора оптимального, в известном смысле, варианта решения, и в первом приближении может быть представлен тремя этапами: формирование множества вариантов решений, оценка предпочтительности вариантов и выбор наиболее предпочтительного варианта. Предпочтения агента в основном являются субъективными, но в них существует и объективная составляющая, характеризующаяся использованием комплексов математических моделей и алгоритмов, обеспечивающих поддержку агента в процессе обработки информации, необходимой для принятия решений.

С целью формализованного описания предпочтений при агентно-ориентированном моделировании используется теория полезности [1]. Применение теории полезностей в рамках агентно-ориентированного подхода позволяет решить задачу, состоящую в построении прямых и обратных связей между этапом формирования вариантов решений и этапом выбора оптимального варианта.

Для решения этой задачи используются [2, 3]:

- алгоритмы, посредством которых система вырабатывает рекомендации для генерации решений;
- алгоритмы оценки вариантов решений в многопараметрическом пространстве

функций полезности.

В соответствии с этим модель взаимодействия агентов в процессе принятия управленческих решений имеет вид (рис.3).

По структуре связей между агентами процесс принятия решений может повторяться, если предлагаемые решения не удовлетворяют руководителя. Агент оценки возможных альтернатив решения может обратиться к агенту оценки ситуации, если его не удовлетворяют результаты анализа. В тех случаях, когда согласование решений не требуется, агент оценки возможных альтернатив решения обращается сразу к агенту прогнозирования. Заметим, что агенты могут находиться на разных уровнях управления.

На рис. 3 рассмотрим алгоритмы генерации вариантов решений и алгоритмы их оценки.

Тогда, в соответствии с предложенной теорией полезностей выбор того или иного алгоритма принятия решений (рис. 4) будет зависеть от характера задачи и накопленного в многоагентной системе опыта.

Выбор алгоритмов необходимо производить исходя из условий:

- если требуется выявить структуру причинных связей между элементами системы, элементами сложного объекта и оценить последствия, происходящие под влиянием воздействия на эти элементы или изменения характера связей, то многоагентная система должна использовать метод когнитивных карт;
- в тех случаях, когда в многоагентной системе накоплены эвристические знания для решения задач, не поддавшихся традиционной математической формулировке в виде систем уравнений, система может использовать набор готовых программ экспертных систем;
- если для решения задачи задан набор возможных операций при различных последовательностях их реализации, то можно сгенерировать различные сценарии выполнения задачи.



Рис. 3. Схема взаимодействия агентов при принятии решений



Рис. 4. Схема вариантов решений при реализации алгоритмов формирования убеждений  
 а) алгоритмы генерации вариантов решения;  
 б) алгоритмы оценки вариантов решения

Предложенные три правила выбора алгоритмов для реализации функций управления в процессе принятия решений агентами системы управления носят рекомендательный характер, но в целом позволяют улучшить функционирование системы.

### Заключение

Таким образом, для повышения качества управленческих решений в системе управления подразделениями при ликвидации ЧС (пожара) на объектах химической промышленности предложено использовать технологию многоагентных систем, в которую заложены принципы выбора оптимального, в известном смысле, варианта решений на основе теории полезностей. Применение теории полезностей позволило сформировать конкретные рекомендации по выбору алгоритмов реализации агентами системы конкретных функций управления.

Полученные рекомендации обоснованы лишь для применения в качестве инструментария многопараметрического выбора вариантов решения, методов теории полезностей. В соответствии с этим

научный интерес составляет получение аналогичных рекомендаций для применения методов других теорий многопараметрической оптимизации, таких как аналитическая иерархия или теория относительной важности критериев в рамках методологии сужения множества парето-оптимальных вариантов управленческих решений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. 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, 2, 3.
2. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977.
3. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять организациями. – М.: СИНТЕГ, 2004.
4. Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. – М.: Фонд «Проблемы управления», 1999.
5. Терехнев В.В., Терехнев А.В. Управление силами и средствами на пожаре. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.
6. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. – М.: СИНТЕГ, 1998.
7. Трахтенгерц Э.А. Взаимодействие агентов в многоагентных системах // Автоматика и телемеханика, 1998, № 9.

*Рукопись поступила в редакцию 21.04.2011.*

### AGENT-ORIENTED MODELING OF UNITS MANAGEMENT SYSTEM WHEN LIQUIDATING THE CONTINGENCIES AT CHEMICAL INDUSTRY OBJECTS

*A. Labutin, A. Semenov, D. Tarakanov*

The methods of data intellectual analysis for the analysis of operations situation by the fires and contingencies arising at the chemical industry objects are used. The algorithms for revealing of latent trends, regularities, interconnections and perspectives of situations development predictable scenarios that help to increase the quality of decisions.

Keywords: intellectual analysis, operations situation, contingency.