

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С НЕЧЕТКИМИ ИСХОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ**

С.В. Бобов<sup>1</sup>, О.С. Сидоренко<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Академия гражданской защиты Украины, Харьков,

<sup>2</sup>Национальный технический университет «ХПИ», Харьков)

*В статье рассматривается возможность использования теории нечетких множеств для управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций с неточной информацией и сопровождением их наглядными интерпретациями.*

*ликвидация чрезвычайных ситуаций, автоматизированная система управления, нечеткие исходные параметры,*

**Введение.** Использование новейших подходов при моделировании и анализе социальных, экономических, техногенных и других динамических систем становится возможной при наличии современных информационных технологий. Это подтверждается большим количеством точных и достоверных компьютерных экспериментов со сложными многопараметрическими моделями.

Однако традиционные методы все чаще становятся несостоятельными при их применении к моделированию процессов с нечеткими исходными данными, которые, в то же время, оказывают большое влияние на принятие решения. Поэтому проблемы принятия решений в осложненных неопределенностью условиях занимают особое место в информационных технологиях, и их разрешение особенно важно для управления ликвидациями чрезвычайных ситуаций.

На современном этапе исследования в области моделирования сложных процессов с нечеткими параметрами направлены на создание модульных систем нечеткого регулирования (fuzzy control system), основанных на положениях нечеткой логики (fuzzy-logic). При этом отправной точкой в теории управления процессами является определение целей и стратегий их достижения, отдавая при этом предпочтение планам, которые по сути своей являются скорее такими "что опережают", чем "что исправляют". Кроме того, нужно уметь анализировать ситуации, которые часто невозможно в точности предусмотреть.

Специалисты МЧС часто сталкиваются с необходимостью расчетов

сил и средств при наличии нечетко заданных параметров или неточной информации. Тем не менее, при построении формальных моделей чаще всего используются детерминированные методы, которые тем самым вносят определенность в те ситуации, где ее в действительности не существует. Неточность задания исходных параметров при таких расчетах практически не принимают во внимание или, с учетом определенных предположений, заменяют экспертными оценками или средними значениями.

Такого рода ситуации могут возникать как вследствие недостаточной изученности объектов, так и из-за наличия в управлении человеческого фактора. Особенность подобных моделей состоит в том, что значительная часть информации существует в форме экспертных оценок. Это определяется так называемым принципом несовместимости: чем сложнее процесс, тем менее мы способны дать точные суждения о его поведении. Но в языке традиционной математики не существует аппарата, который мог бы достаточно точно отразить нечеткость экспертных представлений. И поэтому вопрос учета неопределенностей становится одним из ключевых и требует дальнейшего развития.

В общем случае к осложнению современных процессов управления приводит необходимость учета следующих видов неопределенностей:

1. Низкая точность оперативной информации, получаемой с объектов управления (погрешности или невысокая надежность датчиков, отказы каналов связи, запаздывания при передаче информации по уровням управления и т.п.);

2. Неточность моделей контроля и управления, которые могут возникать через неверно проведенную декомпозицию общей задачи управления, излишнюю идеализацию моделей сложных процессов, разрыв связей, замена фактических характеристик оборудования паспортными и т.п.;

3. Нечеткость в процессе принятия решений в многоуровневых иерархических системах, обусловленная наличием четких целей и координирующих решений на каждом уровне контроля и управления. В таком случае для локальных звеньев регулирования усложняется процесс координации и согласования решений;

4. Наличие диспетчеров в контуре управления и ведение процесса координации на естественном языке, что приводит к трудности представления их реакции в виде алгоритмов, согласованных с решениями, полученных на ЭВМ, а также неуверенность диспетчеров в своих выводах – лингвистическая неопределенность.

Другой подход к решению таких задач опирается на предпосылку о том, что компонентами мышления человека есть не числа, а элементы нечетких множеств, для которых переход от "принадлежности к множе-

ству" к "не принадлежности к множеству" не скачкообразный, а плавный, так как можно с уверенностью сказать, что мир руководителя – нечеткий. Все это говорит о том, что для моделирования процессов управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций более подходят нечеткие математические методы.

Теория нечетких (размытых) множеств была предложена американским математиком Лотфи Загде в 1965 г. и предназначалась для преодоления трудностей представления нечетких понятий, анализа и моделирования систем, в которых принимает участие человек. В основе этой теории лежат такие отличительные черты:

- вместо или в дополнении к числовым переменным используются нечеткие величины и, так называемые, "лингвистические" переменные;
- простые отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний, а более сложные - нечеткими алгоритмами.

Этот подход дает приближенные, но в то же время эффективные средства описания процессов, настолько сложных и плохо определенных, что они не поддаются точному математическому анализу. При этом в каждом случае точность решения может быть согласована с требованиями задачи и точностью имеющихся данных, причем теоретические основы данного подхода (целиком точные и строгие в математическом значении) не является сами по себе источником неопределенности. Подобная гибкость составляет одну из важных черт рассматриваемого метода.

В подходе, который основан на теории нечетких множеств и нечеткой логике, вся информация о целевых функциях, режимах функционирования, областях допустимости и эффективности, об оценке риска работы на разных режимах управления должна приводиться к единой форме, и представляться в виде функции принадлежности. Такой подход позволяет свести воедино всю имеющуюся неоднородную информацию: детерминированную, статистическую, лингвистическую и интервальную.

Общая система нечеткого управления (рис. 1), состоит из объекта управления, в качестве которого может процесс любой природы, и нечеткого регулятора. В состав последнего входят база знаний, которая содержит набор лингвистических переменных, и нечеткие правила (положительные и отрицательные), блок перехода от исходных переменных объекта управления к лингвистическим (фаззификация от англ. *fuzzyfication*), блок принятия решений и блок перехода от неопределенности к конкретному решению (дефаззификация от англ. *defuzzyfication*). Процессом руководят с помощью процедур адаптивного и рекуррентного оценивания для устранения априорной параметрической неопределенности с использованием принципов управления с обратной связью (рис. 2).

Каждая выбранная исходная переменная регулятора обеспечивает набор лингвистических значений. Эти значения формируются функциями принадлежности, причем для получения плавного поля значений они выбираются так, чтобы сумма функциональных значений сопредельных функций принадлежности равнялась единицы.

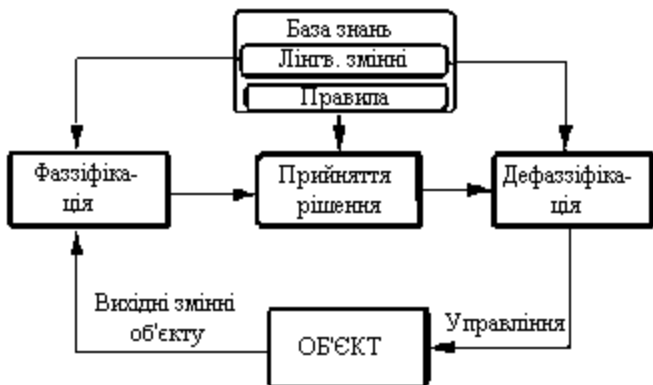


Рис. 1. Общая схема нечеткого управления

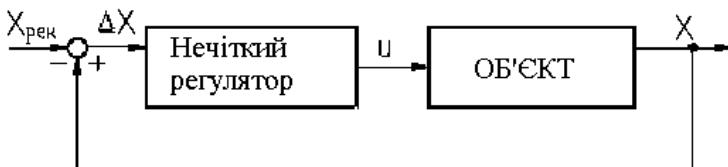


Рис. 2. Система нечеткого управления с обратной связью

Нечеткое управление передает качественное знание в форме правил "ЕСЛИ – ТОГДА" непосредственно в нечеткий регулятор (или в более общий нечеткий модуль). Эти правила могут выступать как в форме пожеланий и рекомендаций – положительные правила, так и в форме предупреждений и запретов – отрицательные правила. Последние необходимы для предотвращения нежелательных оперативных ситуаций, а также в интересах защиты объекта управления и снижения затрат.

В соответствии с условиями процесса управления имеется возможность записать таблицу положительных правил. Она содержит все возможные варианты поведения регулятора, которые составляют рекомендацию к действию при наличии соответствующей ситуации. Отрицательных правил также задаются в виде выражений «ЕСЛИ – ТОГДА – ВОЗРАЖЕНИЕ», потому что лишь так можно описать моменты выхода на режимы поведения, которые не допускаются процессом. Надо заме-

тить, что положительные и отрицательные правила обрабатываются в отдельности, а уже потом с помощью процедур дефаззификации формируется итоговый результат, как наилучшая из альтернатив.

Затем полученная величина с наибольшей функцией принадлежности подается в качестве управляющие решения на объект управления. Совокупность всех возможных значений управляющего сигнала, зависящая от исходных параметров объекта управления, может быть графически интерпретирована в виде поверхности поведения регулятора, один из примеров которой представлен на рис. 3.

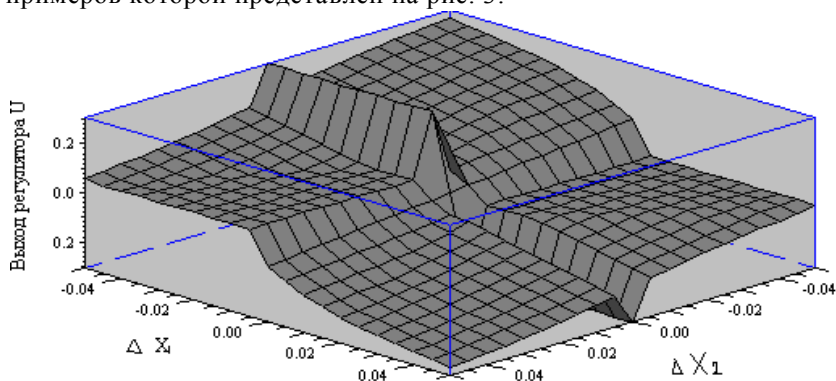


Рис. 3. Поверхность поведения нечеткого регулятора

**Вывод.** Исследования процессов управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций с нечеткими исходными параметрами, целесообразно выполнять с использованием методов теории нечетких множеств, сопровождая наглядными геометрическими интерпретациями. Развитию этих вопросов будут посвящены дальнейшие работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. – 616 с.
2. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
3. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М: Мир, 1976. – 165 с.
4. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедава Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.

Поступила 28.02.2005

**Рецензент:** доктор технических наук, профессор И.А. Шеринков,

Харьковского государственного технического университета  
строительства и архитектуры.

---