

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТАВКОЙ ГРУЗОВ ГУМАНИТАРНОЙ ПОМОЩИ

Поддубецкий Е.А.

(Академия гражданской защиты МЧС России, Химки)
shtormj@rambler.ru

Описывается технология управления доставкой грузов гуманитарной помощи в зону ЧС на основе ситуационного подхода и нечеткой логики. Раскрываются процессы формализации и оценки ситуации на потоке материальных средств и поиска рационального решения по выходу из сложившейся ситуации.

Ключевые слова: ситуационное управление, нечеткая логика.

Доставка грузов гуманитарной помощи в зону ЧС является сложным и многоплановым процессом, от точного функционирования которого зависит жизнь, здоровье и обеспечение жизнедеятельности населения в зоне ликвидации последствий ЧС.

В процессе доставки грузов возможны возникновения нештатных ситуаций, таких как: задержки при формировании маршей, поломка транспорта на марше, повреждение дорожного полотна и мостов, которые могут привести к срыву плановых сроков поставки, изменению количества потоков, их структуры и состояния.

В связи с этим становится актуальной задача оперативного управления этим процессом, а так как состояние потоков динамически изменяются, то для оперативного управления потоком непригодна стандартная процедура управления [3]. Управление процессом доставки гуманитарных грузов должно зависеть от ситуации, которая складывается на потоках.

Таким образом, для управления потоком был выбран подход ситуационного управления, структура которого представлена на рис. 1 [5].

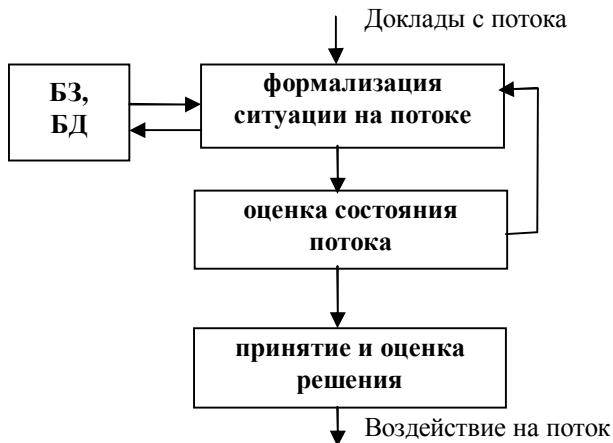


Рис. 1. Структура ситуационного управления

Для принятия решения в процессе оперативного управления необходимо иметь данные о состоянии потоков гуманитарной помощи в определенные моменты времени. Эта информация поступает в форме докладов.

Доклады содержат количественную и качественную информацию, значения параметров поступающих в докладах могут быть неопределенными или нечетко заданными. Информация с потока поступает с временной задержкой, что приводит к ее устареванию и, как следствие, частичной потери достоверности.

Таким образом, детерминированные методы не эффективны и не пригодны, так как при расчетах практически не принимается во внимание неопределенность и нечеткость задания параметров, которые влияют на результаты принимаемого решения.

Так как доставки грузов гуманитарной помощи являются единичными событиями, и каждая из доставок имеет индивидуальные особенности в формировании и функционировании, то это обуславливает отсутствие выборки достаточного объема, которая позволила бы использовать методы теории вероятностей и математической статистики для формирования управленческих решений.

Поэтому для описания ситуаций, складывающихся на потоках, их оценки и формирования управления потоками были выбраны методы, основанные на теоретико-множественном подходе [2].

Такой подход дает возможность описать функционирование потока, а управление сделать гибким и адаптивным к изменяющимся условиям функционирования потока.

Ситуация S_p на потоке описывается множеством лингвистических переменных.

$$(1) S_p = \langle b_1, b_2, \dots, b_m \rangle,$$

где $b_i (i = 1, 2, \dots, m)$ – лингвистическая переменная.

Лингвистическая переменная [2] характеризуется набором:

$$(2) \langle b, T(b), X \rangle,$$

где b – имя лингвистической переменной;

$T(b)$ – терм-множество лингвистической переменной b , которое является нечетким множеством вида:

$$(3) \langle m_i(y) / y \rangle,$$

где y – терма;

$m_i(y)$ – функция принадлежности.

X – область определения лингвистической переменной.

Например, лингвистическая переменная «скорость движения колонны» имеет термы: большая, средняя, маленькая. Область определения от 0 до 100 км/ч. Функции принадлежности будут иметь вид, представленный на рис. 2.

Так как доставка грузов гуманитарной помощи в зону ЧС является сложной и многофункциональной задачей, то для

управления потоком необходимо создание экспертной советующей системы основанной на принципах ситуационного управления [1, 4].

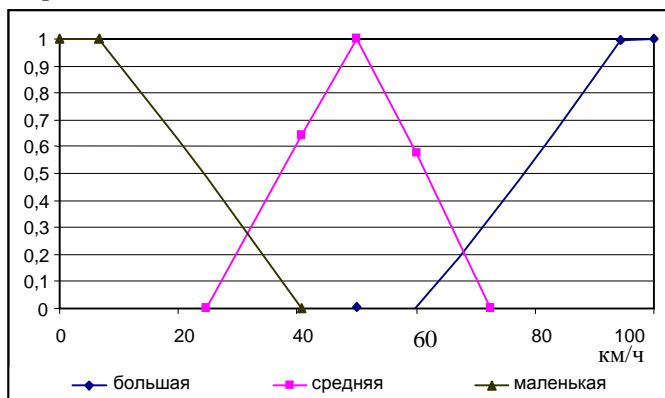


Рис. 2. Функции принадлежности лингвистической переменной «скорость движения колонны»

Ситуационные советующие системы управления с нечеткой логикой делятся на два вида [4]:

ситуация – действие;

ситуация – стратегия управления – действие.

Различие между ними заключается в методе поиска управляющего решения.

Для управления потоком воспользуемся первым, более простым методом.

В системах «ситуация – действие» управляющие решения заданы в явном виде и представляют собой нечеткую базу знаний, которая оформлена в виде таблицы решений. Процедура вывода решения заключается в сопоставлении описания текущего состояния объекта управления со всеми эталонными ситуациями, выборе наиболее близкой в некотором смысле эталонной ситуации и выдаче соответствующего ей управляющего решения.

Для создания базы знаний – таблицы решений системы управления типа «ситуация – действие» – необходимо опреде-

лечь соответствие между всеми возможными эталонными ситуациями, для которых определены управляющие воздействия, и набором управляющих решений.

Таблица 1. Таблица решений

s_1	R_1
s_2	R_2
...	...
s_n	R_n

где s_i – эталонная ситуация;
 R_i – управляющее решение.

Размер таблицы решений определяется числом эталонных ситуаций.

Для определения состояния объекта управления необходимо сравнить входную нечеткую ситуацию s_0 с каждой нечеткой ситуацией из набора эталонных нечетких ситуаций:

$$(4) S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}.$$

В качестве меры для определения степени близости входной нечеткой ситуации s_0 , возникшей на потоке, и s_i из набора эталонных нечетких ситуаций S могут использоваться [4]:

степень нечеткого включения входной нечеткой ситуации s_0 в нечеткую ситуацию s_i ;

степень нечеткого равенства s_0 и s_i ;

степень нечеткой общности s_0 и s_i , а также другие меры близости.

Выбор меры близости определяется особенностями объекта управления и организацией блока принятия решений.

В качестве меры близости используем степень включения, потому что она обладает наибольшей степенью достоверности при определении принадлежности входной нечеткой ситуации к эталонной ситуации.

Пусть $s_i \{ \langle m_{s_i}(y) \rangle / y \rangle$, $s_j \{ \langle m_{s_j}(y) \rangle / y \rangle$ ($y \in Y$) есть некоторые ситуации.

Степень включения [2] ситуации s_i – в ситуацию s_j обозначается через $n(s_i, s_j)$ и определяется выражением:

$$(5) \quad n(s_i, s_j) = \bigwedge_{y \in Y} n(m_{s_i}(y), m_{s_j}(y)).$$

Ситуация s_0 нечетко включается в ситуацию s_i , $s_0 \subseteq s_i$, если степень включения s_0 в s_i не меньше порога включения $t_{inc} \in [0,6; 1]$, определяемого условиями управления, т.е. $n(s_0, s_i) \geq t_{inc}$. Таким образом, ситуация s_0 нечетко включается в ситуацию s_i , если нечеткие значения признаков ситуации s_0 нечетко включаются в нечеткие значения соответствующих признаков ситуации s_i .

Для оптимизации поиска ситуации s_i , наиболее близкой к входной ситуации s_0 на множестве S строится иерархия эталонных ситуаций в форме диаграммы Хассе, которая представляет собой ориентированный граф.

Поиск наиболее похожей эталонной ситуации начинается с верхнего уровня иерархии. Далее рассматриваются ситуации нижних уровней иерархии и т.д. Поиск заканчивается, если: а) на некотором уровне иерархии в ситуацию s_i не включается ни одна ситуация множества S ; б) для любой ситуации s_j , включающейся в ситуацию s_i , выполняется условие $s_0 \not\subseteq s_j$ [4].

В случае, если нет полного включения входной ситуации ни в одну из эталонных, то либо ситуация плохо определена, либо нет эталонной ситуации, соответствующей входной ситуации по всем признакам. В таком случае происходит доопределение ситуации или сравнение производится только по хорошо определенным признакам.

Для каждой эталонной ситуации в таблице решений существует управляющее решение. Поиск управляющего решения заключается в принятии управляющего решения, соответствующего эталонной ситуации, наиболее близкой к входной ситуации.

С использованием описанного подхода был разработан программный комплекс. В качестве примера были взяты данные о доставке гуманитарных грузов в город Ленск в 2001 году. Ана-

лиз результатов моделирования показал, что использование описанного подхода, основанного на ситуационном управлении с нечеткой логикой, рационально. Использование дополнительных, незапланированных материальных ресурсов значительно сокращается, и вероятность прибытия грузов гуманитарной помощи в зону ЧС с опозданием меньше.

Таким образом, для управления потоком грузов гуманитарной помощи в зону ЧС предлагается применять ситуационное управление типа «ситуация – действие», а для описания ситуации на потоке использовать теорию нечетких множеств. Такой подход делает управление более гибким и устойчивым к условиям функционирования. Использование теории нечетких множеств позволит сделать систему управления универсальной, способной описать ситуацию в различных условиях функционирования и принять во внимание временную задержку с получением информации с потока.

Литература

1. АВЕРКИН А. Н., БАТЫРШИН И. З., БЛИШУН А.Ф. и др. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. – М.: Наука 1986. – 312 с.
2. ЗАДЕ Л.А., Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 230 с.
3. МАЛИН А.С., МУХИН В.И. *Исследование систем управления*. – М.: ГУ ВШЭ, 2002. – 397 с.
4. МЕЛИХОВ А.Н., БЕРНШТЕЙН Л.С., КОРОВИН С.Я. *Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой*. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
5. ПОСПЕЛОВ Д.А. *Ситуационное управление: теория и практика*. – М.: Наука – Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.