

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

КУЗЬМИН А.А.

Предлагается информационное пространство объекта управления для реализации подсистемы принятия решений предупреждения и ликвидации последствий природных чрезвычайных ситуаций на основании повторного использования близких аналогичных решений.

Актуальность. Существующая тенденция к возрастанию масштабов чрезвычайных природных ситуаций (ЧПС) вызывает необходимость своевременно и обоснованно вырабатывать контрмеры для предупреждения ЧПС и их ликвидации. С этой целью в рамках развития ситуационных центров государств создаются соответствующие информационно-аналитические системы (ИАС) с комплексами принятия решений.

Анализ развития чрезвычайных ситуаций и принятие своевременных оперативных решений затрудняется. Необходим системный анализ, прогнозирование, оценка сложившейся ситуации и объективная оценка эффективности принимаемых решений. Руководящим органам обычно приходится действовать в условиях острого дефицита времени, ограниченной точности и достоверности информации. Это может привести к принятию нерациональных и даже ошибочных решений, а следовательно, и к большим потерям. Принятие решений в случае ЧПС заключается в генерации возможных альтернативных решений, их оценке и выборе лучшей альтернативы.

При выборе альтернатив с помощью обеспечивающего комплекса ИАС учитывается большое число противоречивых требований. Кроме этого, варианты решений оцениваются по многим критериям с учетом минимальных затрат средств, времени на разработку и обеспечение минимальных экономических и социальных рисков [1]. Значительно осложняют принятие решений противоречивость требований, неоднозначность оценки ситуаций, ошибки в выборе приоритетов.

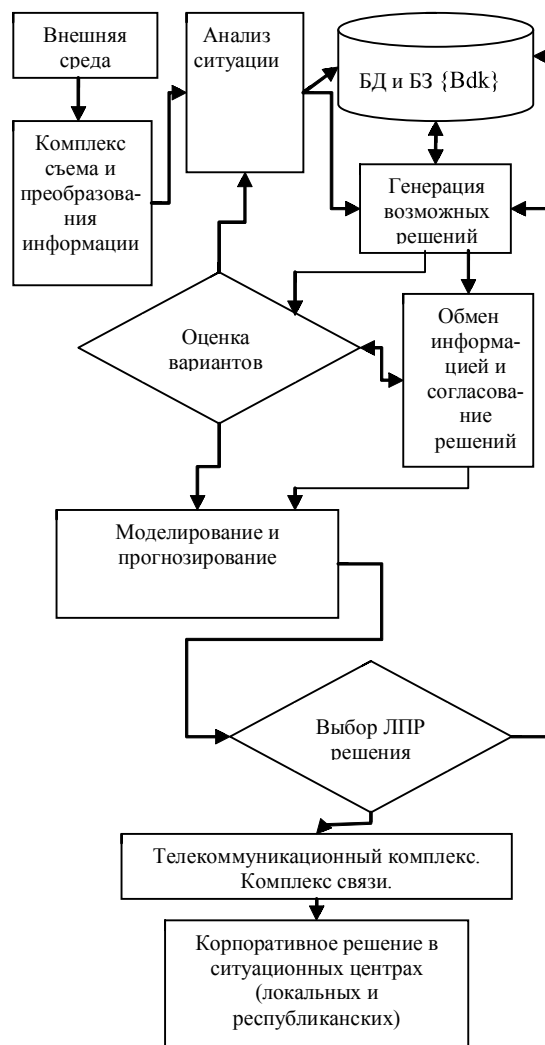
Формализация методов принятия решений, их оценка и согласование является чрезвычайно сложной задачей. Увеличение объема информации, поступающей лицу, принимающему решение (ЛПР), усложнение решаемых задач, необходимость учета большого числа взаимосвязанных факторов и быстро меняющейся обстановки требуют использовать в процессе принятия решений в обеспечивающем комплексе ИАС подсистему поддержки принятия решений (ПППР) [2].

Постановка задачи. Необходимо разработать информационное пространство объекта управления для

реализации ПППР обеспечивающего комплекса ИАС для предупреждения и ликвидации последствий ЧПС. Для обеспечения минимальных затрат средств, времени на разработку и минимальных экономических и социальных рисков необходимо повторное использование близких аналогичных решений.

Новизна. Получила дальнейшее развитие информационная технология реализации подсистемы принятия решений для предупреждения и ликвидации последствий ЧПС на основании повторного использования близких, аналогичных решений, которая отличается от существующих использованием предложенного в работе информационного пространства объекта управления, что дало возможность при минимальных затратах средств, времени на разработку и обеспечение минимальных экономических и социальных рисков получить более качественные и своевременные решения в ПППР.

Решение. В соответствии с назначением ПППР использует результаты работы всех комплексов ИАС (рисунок).



Взаимодействие ПППР, обеспечивающего комплекса ИАС и внешней среды

Процесс принятия решений сможет повторяться, если предлагаемый вариант решения не удовлетворяет ЛПР. Корпоративное согласование решений может осуществляться как до оценки возможных вариантов решения, сделанных соответствующим ЛПР, так и после такой оценки.

При выборе решения в целях уменьшения времени рекомендуется повторно использовать удачные предыдущие решения [3,4,]. Повторное использование в обеспечивающем комплексе ИАС аналогичных решений для предупреждения и ликвидации последствий ЧПС должно учитывать требования функционального комплекса ИАС.

Проектное решение обеспечивающего комплекса ИАС $Pr = \langle A_p, K_p, Z_p, P, G \rangle$ [1], где A_p – элементы (компоненты комплексов) ИАС; K_p – отношения (связи) элементов ИАС; Z_p – цели системы разработки ИАС; P – цели функционирования ИАС; G – язык проектировщика (инструментальные средства), также характеризуется с помощью ситуаций и входящих в них понятий [3]. При проектировании разработчик оказывается в определенной ситуации, которая характеризуется группой взаимосвязанных понятий, описывающих данную ситуацию.

В основе разработанной методики использования аналогичных решений для предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных естественных ситуаций лежит взаимосвязь целей системы, для которой проводится разработка программного комплекса, с ситуацией внешней и внутренней среды, которая представлена в обобщенной базе данных и знаний $\{Bdk\}$ обеспечивающего комплекса ИАС (см. рисунок). С такой ситуацией связывается одно или несколько проектных решений, которые подходят для данной ситуации. Поиск решений осуществляется путем оценки близости текущей ситуации к эталонной, близкой ситуации из базы проектных решений $\{Bpr\}$ [3,4].

Для принятия решений в ПППР рассматривается логическая ситуация, которая включает множество понятий [3]. Каждое понятие отображает свойства ситуации в какой-нибудь из характеристических категорий [3,4]. Такие категории могут отображать: процессы и деятельность руководителей, ресурсы и необходимые спасательные средства, структуру ЧПС и требования к действиям спасателей, качество принятых решений, стоимость затрат на предотвращение возникновения ЧПС и прочее.

Категория K представляется в виде иерархии с помощью ориентированного графа $K = \langle O, A \rangle$ понятий, построенного по родовому признаку, где O – множество вершин графа – понятий $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ и $A = \{G_1, G_2, \dots, G_{n-1}\}$ – множество дуг графа, которые выражают отношение наследования между двумя понятиями в направлении от наследника до предка. Понятие e является извечным понятием категории K , которая определяет самый общий элемент в иерархии.

Каждое из понятий содержит в себе указатель на решающее правило, которое определяет группу признаков, отличающих данное понятие от других.

Решающее правило представляется в следующем виде: $DR = \bigwedge_i F_i$, где F_i – отдельный признак.

При подсчете значения решающего правила DR каждому из признаков F_i ставится в соответствие значение true, если данный признак присутствует в понятии, и false – в противном случае.

Классификация неизвестного понятия осуществляется с помощью стратегии выбора понятия, которое для категории $K = \langle O, A \rangle$ представляется в виде следующего множества: $S_N = \langle P, D, p_0, D_0 \rangle$, что состоит из множества точек $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, множества переходов $D = \{D_i\}, i = 1, n$ в каждую из точек $p_i \in P$, ссылки на начальную точку $p_0 \in P$, из которой начинается идентификация, ссылки на извечный переход $D_0 \in D$, с помощью которого принимается решение о принадлежности понятия к данной категории. $D_k = \{d_{j,k}\}$ – это параметры, которые означают, что переход направлен от точки p_j до точки p_k или, по-иному, от класса понятия e_j к классу понятия e_k . Данному переходу D_k от некоторого класса понятия к классу понятия e_k отвечает решающее правило DR_k .

Таким образом, видно, что возможность перехода к некоторой точке определяется лишь связанным с соответствующим понятием решающего правила. Направление переходов $D_k = \{d_{i,k}\}$ обратного направления дуг связано с множеством $A = \{G_1, G_2, \dots, G_n\}$. Каждой из дуг $G_j(e_i, e_k)$ отвечают переходы D_i для пары точек p_k и p_i .

Каждая стратегия начинается с начального перехода D_0 , осуществив который считаем, что искомое понятие может принадлежать данной категории. Начальный переход ведет к начальной точке p_0 , которая отвечает начальному понятию категории.

Сравнение ситуаций осуществляется с помощью меры сходства путем расчета расстояний между микроситуациями, который содержит в себе подсчет коэффициента подобия для входящих в данную микроситуацию понятий.

Описания ситуаций на языке их представления подчиняются определенным правилам, представленным в виде аксиом структуры представления выражений [3,4].

Разработка баз данных и знаний для поддержки принятия решений в ЧПС выполняется в такой последовательности.

1. В заданном районе выполняется предварительный системный анализ параметров природной среды. Выявляются условия возникновения ЧПС.

2. Формируется обобщенная база данных и знаний {Bdk} (см. рисунок) обеспечивающего комплекса ИАС.

3. Выявляется множество понятий «{q_j} – *субъект* (наблюдатель, спасатель, диспетчер службы спасения и прочее); {r_i} – *управляющее действие* (вызвать спасателей, сообщить, передать оповещение о ЧПС и т.п.); {e_i} – *объект* (транспортные средства, вертолет и прочее)» для ЧПС и близких ситуаций разного происхождения и применения.

4. Формируется множество описаний ситуаций на языке ситуации типа

$$C_j = \{q_1 r_2 e_5, q_1 r_2 e_4, q_3 r_1 e_1, q_2 r_2 e_2, q_2 r_2 e_3, q_2 r_2 e_6, q_2 r_3 e_7\},$$

где j = 1, N – количество ситуаций.

5. В результате анализа близости микроситуаций определяются близкие ситуации.

6. Осуществляется передача накопленного множества близких ситуаций в ПППР, которая готовит рекомендации для ЛПР.

Реализация задач в ПППР для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций выполняется на множестве близких ситуаций в такой последовательности.

1. По результатам исследований, которые предоставлены в этой работе, формируются сценарии возможного развития ЧПС {Bdk}.

2. Оценка сценариев по времени, которое необходимо для предупреждения ЧПС и человеческих и материальных потерь.

3. Формирование предложений для ЛПР.

Генерацию возможных сценариев развития ЧПС можно осуществить с помощью: программной реализации аналитических или имитационных моделей, с использованием экспертных систем, генерации сценариев путем комбинации разных операций, заданных ЛПР или взятых из обобщенной базы данных и знаний {Bdk}, и, в конце концов, используя подход, который получил название ситуационного управления.

Генерацию решений можно выполнить двумя способами:

1. Использовать принципиально новые, новаторские решения, которые пока невозможно формализовать и задать компьютеру для “самостоятельного” выполнения без эксперта или специалиста.

2. На основе предложенной в [3] методики искать решения, которые основаны на “аналогичных” сценариях, связанных с повторным использованием, по аналогии.

Для поиска решения по второму подходу предлагается применить метод, который использует параллель-

но-временную порождающую грамматику. Для построения грамматики будем использовать информацию о возможной последовательности действий, параллельности их выполнения, действий с организацией циклов (если они есть), которые можно получить в процессе диалога ЛПР с ПППР. Пример результата диалога показан в табл. 1.

Таблица 1

Графическая система соотношений контрметодов или действий в ЧПС

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A		*	*	*		*							
B	*						/	/	/	/	/	/	
C	*												
D	*												
E													
F	*						/	/	/	/	/	/	
G									/				
H										3			
I										/			
J												/	
K													/
L													
M												/	

Для примера в табл. 1 используем следующие обозначения действий: А – активизация ситуационного центра, В – сбор спасателей, мобилизация организационных и технических средств, С – профилактические меры, D – прогнозирование ситуации, E – ограничение доступа в опасный район, F – доставка спасателей и резервных средств, G – подготовка эвакуационных пунктов, H – сооружение дополнительных средств защиты, I – эвакуация населения, J – очистка населенных пунктов, K – оценка ЧПС на длительный период, L – возвращение жителей, M – восстановительные работы.

В табл. 1 начало выполнения параллельного процесса отмечено значком *. При этом действия, указанные в столбце и строке, образуют клетку и могут выполняться параллельно. Возможность параллелизма совсем не означает его обязательность, действия В, С, D и F могут быть выполнены и последовательно, одно за другим. Значок / означает, что после операции, указанной в строке матрицы, выполняется действие, указанное в столбце. Число 3 на пересечении строки H и столбца J указывает на необходимость повторения последовательности операций HJ 3 раза, т.е. организацию цикла.

Исходя из матрицы (табл. 1) ПППР генерирует следующую грамматику: A' → C(t_C); B → C(t_C);

B → C(t_C); B → L(t_L); F → G(t_G); I → L(t_L); I → J(t_J)

$A' \rightarrow B(t_B); B \rightarrow F(t_F); D \rightarrow F(t_F); F \rightarrow K(t_K); J \rightarrow I(t_I);$
 $M \rightarrow F(t_F);$

$A' \rightarrow C(t_C); B \rightarrow E(t_E); D \rightarrow B(t_B); F \rightarrow H(t_H); J \rightarrow L(t_L);$
 $M \rightarrow L(t_M);$

$A' \rightarrow F(t_F); B \rightarrow H(t_H); D \rightarrow C(t_C); F \rightarrow L(t_L); K \rightarrow M(t_M);$
 $B \rightarrow E(t_E); B \rightarrow J(t_J); D \rightarrow J(t_J); G \rightarrow I(t_I); K \rightarrow L(t_L);$
 $B \rightarrow I(t_H); B \rightarrow K(t_K); F \rightarrow I(t_I); F \rightarrow C(t_C); H \rightarrow J(t_J);$

Время выполнения действий также указывается экспертом как критерий данного действия (контрмеры). При оценке временных характеристик t_x выполнения действия X необходимо учесть влияние действия X_i на время выполнения действия X_j . Время выполнения действий для рассмотренной задачи приведено в табл. 2. В столбце t_x табл. 2 отмечается время автономного выполнения действий, когда оно не соединяется с другим, а дополняет его.

Таблица 2
Время выполнения действия

Действия X	t_x	G	H	K	J	I
A	2	-	-	-	-	-
B	5	-	-	-	-	-
C	3	-	-	-	-	-
D	1	-	-	-	-	-
E	24	-	-	-	-	-
F	12	-	-	-	-	-
G	6	-	1/2	3/4	1/3	2/3
H	12	1/4	-	1/2	1/2	-
I	8	1/2	-	3/4	1/2	-
J	36	1/18	-	-	-	1/9
K	18	3/12	-	-	-	1/3
L	12	-	-	-	-	-
M	120	-	-	-	-	-

Дробь в клетке табл. 2 показывает, как сокращается время выполнения действия X_i , указанного в строке, если оно выполняется вместе с действием X_j , указанным в столбце. Черта в таблице показывает, что время выполнения действия X_i не зависит от выполнения действия X_j . Время выполнения действия, которое зависит от объема работ, например, эвакуация пострадавших из населенных пунктов, проведение обследования территорий и т.п., указывается по оценочным расчетам. Такие характеристики как время активизации командного пункта для ликвидации последствий ЧПС, сбор и приведения в готовность спасательных сил и средств и т.п. указаны в абсолютных цифрах. Возможно введение и других условий.

При этом подсистема поддержки принятия решений в обеспечивающем комплексе ИАС должна строиться по следующим принципам [5]:

1) функциональной интеграции (которая предполагает согласование решаемых задач в рамках единой методологии);

2) информационной интеграции (которая обеспечивает работу ИАС в рамках единого информационного пространства страны, т.е. единых исходных данных, способах и формах их представления, хранение данных в базах данных коллективного пользования);

3) общего функционирования (которое предусматривает наличие возможности общей работы разных функциональных подсистем или их компонент);

4) использования предыдущих разработок (которое предусматривает повторное использование принимаемых решений);

5) непрерывности автоматизированной обработки (которая предусматривает максимальную автоматизацию деятельности ЛППР);

6) работы отдельных компонентов в реальном масштабе времени.

Заключение. В результате проведенного исследования было разработано информационное пространство объекта управления для реализации ПППР ИАС для предупреждения и ликвидации последствий ЧПС. Метод обеспечивает минимальные затраты средств, времени на разработку и минимизацию экономических и социальных рисков. Предложено повторное использование близких, аналогичных решений.

Литература: 1. Кузмин А.Я. Разработка инструментальных средств обеспечения принятия решений в чрезвычайных природных ситуациях // АСУ и приборы автоматики. 2007. № 139. С. 31 - 38. 2. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Наука, 1996. 3. Кузмин А.Я., Сорочан М.В. Понятийное представление ситуации при поиске и классификации проектных решений // Прикладная радиоэлектроника. 2004. Том 3, №3. С. 60 - 67. 4. Kuzemin A., I. Yanchevskiy, Sorochan M., Torojev A. The use of situation representation when searching for solution in computer aided design systems // International Journal on Information Theories & Applications. Bulgaria, 2004. Vol. 11, №1. P. 82-88. 5. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. М.: СИНТЕГ. 1998. 460с.

Поступила в редколлегию 02.06.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Сироджа И.Б.

Кузёмин Александр Яковлевич, канд. техн. наук, профессор кафедры информатики ХНУРЭ, начальник инновационно - маркетингового отдела. Научные интересы: системный анализ, разработка ситуационных центров. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 702-15-15. e-mail: kuzy@kture.kharkov.ua.