

УДК 539.3:614.8:628

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

*А.С. Беликов, д.т.н., проф., В.А. Голендер, к.т.н., с.н.с., А.И. Касьян, соиск.,
В.А. Шаломов к.т.н., доц., В.И. Криворучко, инж.
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Днепропетровск*

Актуальность. Важным моментом при проведении аварийно-спасательных работ (АСР) связанных с разрушением зданий и сооружений, различного рода коммуникаций и технологического оборудования являются возникающие экстремальные условия, требующие особых навыков при ликвидации последствий, спасательных работах и восстановлении объектов. При этом для повышения эффективности проведения работ очень важно принятие быстрых решений с учетом мобильности подразделений и безопасности ведения работ, что требует разработки и построения многофакторных моделей при принятии решений.

Целью работы является моделирование действий спасателей с учетом принятия решений при ведении аварийно-спасательных работ.

Методика исследований. В работе подразделений МЧС с учетом их подготовленности и технической мобильности на первое место ставится задача тактики ведения работ, сокращение времени принятия решений и действий. Оценивая работу подразделений Министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС), с современных позиций принятия оптимальных решений, можно более общо подойти к решению тактических задач, если в основу положить один из основных факторов этой оценки – «время».

Поэтому рассмотрим обобщенную графическую модель действий спасателей [1], отобразив их кинетику так, как показано на рис.1. Тогда, суммарно затраты времени спасателей в период заблаговременной разведки, а также в период боевых действий в условиях ЧС оцениваются как:

$$\tau_{\Sigma} = (\tau_0 + \delta\tau_0) + (\tau_1 + \delta\tau_1) + (\tau_2 + \delta\tau_2) + (\tau_3 + \delta\tau_3) + (\tau_4 + \delta\tau_4) \quad (1)$$

где: τ_0 и $\delta\tau_0$ - продолжительность заблаговременной разведки и потери времени до получения сообщения о ЧС (показатель качества работ по обслуживанию объекта, созданию обновляемого тактического обеспечения и др.); τ_1 и $\delta\tau_1$ - время в пути следования на место возникновения ЧС и его потери, возникающие при нерациональном выборе маршрута следования; τ_2 и $\delta\tau_2$ - время, затрачиваемое на боевое развертывание подразделений плюс потери времени, связанные с недостатком сил и средств и/или с несогласованностью действий при их избытке; τ_3 - время локализации и ликвидации ЧС; τ_4 и $\delta\tau_4$ - время и потери времени при свертывании подразделений и возвращении на место расположения подразделений.

Учитывая, что с момента получения сообщения о возникновении ЧС на каком-либо объекте до момента ее ликвидации оперативные решения

принимает руководитель аварийно-спасательных работ (РАСР), то тогда их правильность (оптимальность) естественно оценить суммарными потерями времени при условии безопасного проведения работ $\Sigma\delta\tau_m$.

В самом общем случае, этим временным потерям могут соответствовать утрата человеческих жизней и материальных ресурсов, которые в мировой практике ЧС принято определять путем сравнения двух интегральных сумм, вычисленных для функций: f_g - в пределах реально затраченного времени на

боевые действия, и f_0 - в пределах времени боевых действий «без потерь» (рис. 1):

$$\Delta\Pi = K \left(\int f_g(\tau) d\tau - \int f_0(\tau) d\tau \right), \quad (2)$$

где: $\Delta\Pi$ - цена потерь в зависимости от функции K (в общем случае K характеризуется нелинейностью связи $\Delta\Pi$ и τ).

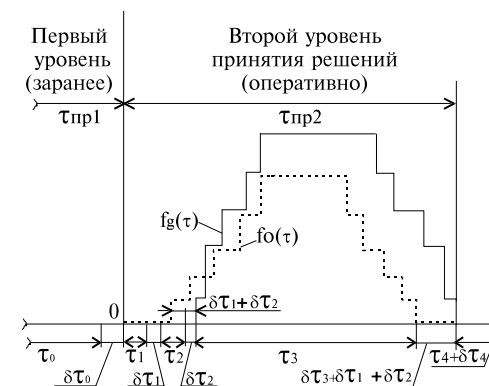


Рис.1. Обобщенная графическая модель действия спасателей с учетом уровней принятия решений.

Так как в (1) все параметры измеряются в одной шкале – время, то для оценки качества принятого РАСР решения пригодна агрегированная по потерям времени функция цели и с ней сопряженная функция материальных потерь:

$$\min_{\delta\tau_m} \sum \xi_m \cdot \delta\tau_m, \quad \text{и} \quad \min_{\delta\tau_m} \Delta\Pi \quad (3)$$

где: ξ_m - весовой коэффициент важности каждого из критериев.

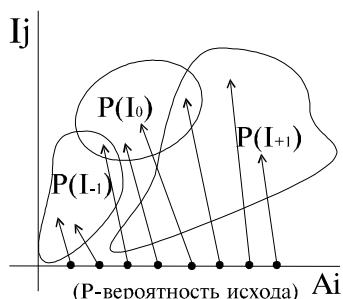


Рис. 2. Качественные целевые функции организации и проведения АСР.

Не уменьшая значимости минимизации всех составляющих в (3), в том числе $\delta\tau_1$ и $\delta\tau_2$, заметим, что оптимальность принятых решений, достигаемая за счет рационального выбора маршрута следования в зону ЧС и за счет формирования оптимальной численности боевого расчета [2], дает эффект по параметру «оперативность».

Следует сказать, что минимизация указанных показателей времени $\delta\tau_1$ и $\delta\tau_2$ на сегодня, в общем - то, хорошо отработана. И более ощутимого выигрыша во времени, а, следовательно, более существенного сбережения ресурсов при проведении АСР, можно ожидать, если принятие решений осуществлять в соответствии с предложенной двухуровневой структурой [3].

Здесь, при решении оптимизационных задач тактики выполнения работ подразделениями МЧС, возникает потребность последовательного использования функций цели двух типов: качественных - на первом уровне структуры, при создании тактического обеспечения заблаговременно ($\delta\tau_0 \rightarrow 0$); и количественных - на втором уровне принятия оперативных решений ($\delta\tau_3 \rightarrow 0$).

Качественные целевые функции. В период заблаговременной разведки (при создании тактического обеспечения) РАСР устраивает любой положительный исход решения задачи - те альтернативы $X_i = A_k$, которые позволят достичь исходов - "ЧС локализована и ликвидирована" (необходимое условие). Например, в задаче [4] ликвидация ЧС на складе лесопиломатериалов имеем: исход "I₁" - полное выгорание; исход "I₀" - локализация ЧС в каком-то секторе, если сил и средств ограниченное количество; исход "I₋₁" - ЧС ликвидирована, если сил и средств с избытком. Такие качественные целевые функции представимы как сигнатурные подмножества исходов I_k , $k = -1, 0, 1$ (рис.2) множества исходов полного списка I_j , $j = 1, 2, 3, 4, \dots$, $I_k \in I_j$. Тогда, в задачах тактики организации и проведения АСР, решаемых на первом уровне структуры, необходимо (как это было показано в [5]) компьютерным перебором «отсеять» ненужные.

Количественные целевые функции. При ликвидации ЧС (на втором уровне структуры) качество принятых РАСР решений, в конечном счете, оценивают тоже по факту локализации и ликвидации ЧС, но при этом

руководствуются дополнительно количественными критериями, которые определяют условия достаточности. Соответственно, при принятии оптимальных решений на втором уровне функции цели должны быть иные - ликвидировать ЧС необходимо не только оперативно, но и наилучшим образом, с минимальными потерями материальных и человеческих ресурсов. Такие целевые функции рассматривают как функционалы качества вида:

$$Ц(I_k, F); I_j \Leftrightarrow F(X_i; Y_j), \quad (4)$$

где $F\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ - вектор-функция, которая ставит в соответствие исходы I_k с варьируемыми X_i при не варьируемых Y_j .

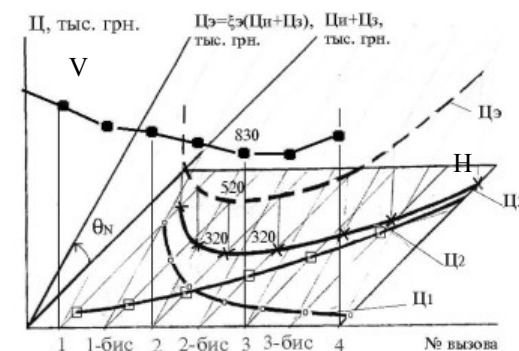


Рис.3. Минимальные затраты на ликвидацию ЧС (пожара).

Действительно, в современных рыночных отношениях возникают различные тенденции при оценке полезности принимаемого РАСР решения. С точки зрения стоящих сегодня перед МЧС задач потери на ликвидацию ЧС желательно минимизировать. Для этого РАСР с минимальными затратами времени должен: во-первых, точно и оперативно оценить обстановку (необходимость); установить требуемое количество отделений спасателей; число основной и специальной техники и др. А, затем (достаточность), с помощью бортового компьютера и имеющегося тактического обеспечения принимать наилучшие решения, используя количественные целевые функции. Для наглядности представим такой подход графически, воспользовавшись данными исследований пожаров на нефтебазах.

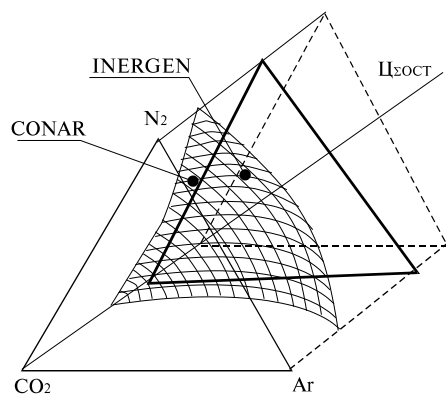
Из рис.3 видно (плоскость Н, функция Ц2), что минимальными затраты на ликвидацию ЧС станут при тушении методом выгорания.

То есть тогда, когда РАСР активных действий не осуществляет, кроме охлаждения горящих и соседних объектов. А максимальными, - при задействовании максимально возможного количества сил и средств.

Это, естественно, не устраивает Заказчика - администрацию и коллектив предприятия, который составил договор с ПЧС на ликвидацию возможных ЧС, и ожидает от Исполнителя действий с максимальной отдачей. Чем больше сил и средств задействует РАСР, тем быстрее ЧС будет ликвидирована, меньше убытков понесет Заказчик (плоскость H - функция Π). Тогда, количественный функционал качества для принимаемого решения должен удовлетворить интересам и Исполнителя, и Заказчика, и другим дополнительным требованиям. В частности:

$$\Pi = (1 + \zeta_3)(\Pi_1 + \Pi_2), \quad (5)$$

где: Π_1 и Π_2 - затраты Исполнителя и потери Заказчика; ζ_3 - весовой



коэффициент влияния ЧС на экологию среды обитания.

Рис.4. Применение 2-х уровневой структуры с учетом использования огнетушащих составов на основе смешивания газов.

Из того же рисунка (плоскость V , функция Π) видно, что для агрегированной целевой функции (5), с учетом экологических потерь, существует три экстремума: на обеих границах области определения - максимумы, и в промежуточной точке - минимум, который и требовалось отыскать.

В заключение, еще пример применения двухуровневой структуры [6]. В этой задаче на первом уровне принятия решений рассматривались огнетушащие составы, образованные смешиванием газов CO_2 , N_2 , Ar (согласно диаграмме Гиббса-Розебума), которые затем "отсеивались" качественно (необходимое условие). Просеянные составы отличались друг от друга по степени их негативного воздействия на образцы художественных ценностей (адекватные накраски масла на холсте и акварели на бумаге).

На втором уровне, по согласованию с Заказчиком (достаточное условие), функционал качества приобрел вид:

$$\max \Pi = \kappa_1 \Pi_{цв} + \kappa_2 \Pi_{пр} + \kappa_3 \Pi_{вл} - \Pi_{кап.затр.}, \quad (6)$$

где: $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ - весовые коэффициенты влияния на остаточную стоимость (Π) образцов по цвету ($\Pi_{цв}$), по прочности ($\Pi_{пр}$), по влагонасыщению ($\Pi_{вл}$) и затраты на введение в работу пожаротушащего оборудования ($\Pi_{кап.затр.}$).

Заключение. Результаты решения последней задачи представлены на рис.4. Оптимальный состав CONAR рекомендован для тушения в фондохранилищах музеев.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Клюс П.П. та ін. Пожежна тактика.-Х.: Основа, 1998. - 592с.
2. Брушлинский Н. Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. - М.: Стройиздат, 1981. - 96с.
3. Голендер В.А. Создание пожаротушащих установок и тактического обеспечения к ним /Проблемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. Вып.4. - Х.: ХИПБ МВД Украины, 1998. - С.48-53.
4. Голендер В.А. Уточняемая модель принятия решений по пожарной тактике /Проблемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. Вып.5. - Х.: ХИПБ МВД Украины, 1999. - С.68-72.
5. Голендер В.А. Некоторые аспекты пожарной тактики как науки /Проблемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. Вып.2. - Х.: ХИПБ МВД Украины, 1997. - С.51-54.
6. Голендер В.А., Дмитриев С.Л. Задача оптимального тушения пожаров в фондохранилищах музеев /Научн. техн. сб. Коммунальное хозяйство городов. Вып.18. - Х.: ХГАГХ, 1999. - С.214-218.

УДК 699.887.3

ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА - ГАЗОБЕТОНА

А.С. Беликов, д.т.н., проф., В.А. Мартыненко, к.т.н., доц.,
В.Ф. Запрудин, к.т.н., доц., О.С. Гупало, инж.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Днепропетровск

Актуальность. Самой материалоемкой отраслью современной индустрии является строительство. Материалы, применяемые в строительстве должны удовлетворять условиям:

- быть экологически чистыми;
- изготавливаться из дешевого и местного сырья;