

*Сенчихин Ю.Н., канд. техн. наук, проф., НУГЗУ,  
Сыровой В.В., канд. техн. наук, проф., НУГЗУ*

**ПУТИ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО НАЗНАЧЕНИЮ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ОПЕРАТИВНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ (ОССГЗ)**

(представлено д-ром техн. наук Соловьев В.В.)

Установлен методологический порядок составления качественных и количественных целевых функций, обеспечивающих оптимальность (рациональность) принимаемых руководителем тушения пожара (РТП) или руководителем ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) решений в экстремальных условиях

**Ключевые слова:** принятие решений, оперативные действия, ликвидация ЧС, тактико-техническое обеспечение

**Постановка проблемы.** Качество проведения оперативных действий в экстремальных условиях зависят от фактора времени и безопасности их проведения. На этом основана оперативность действий подразделений ОССГЗ и наличие тактико-технического обеспечения для эффективного выполнения действий по назначению. При этом большая роль отводится принятию РТП или руководителем ликвидации ЧС оптимальных (рациональных) решений.

Изучение опыта ведения оперативных действий по назначению и анализ принимаемых решений РТП или руководителем ликвидации ЧС в экстремальных условиях дает основание утверждать, что практически отсутствует научно обоснованный подход к решению задач оптимального (рационального) тактико-технического их выполнения.

**Анализ последних исследований и публикаций.** При анализе и обобщении оперативных действий по назначению было предложено подойти к решению задач безопасного проведения работ на пожарах или ликвидации ЧС с учетом теории принятия оптимальных (рациональных) решений [1, 2].

Для решения задач принятия оптимальных (рациональных) решений при ведении оперативных действий по назначению предложена к использованию двухуровневая структура проведения заблаговременной и оперативной разведки пожара или зоны ликвидации ЧС [3, 4].

**Постановка задачи и ее решение.** При решении оптимизационных задач тактико-технического выполнения работ подразделениями ОССГЗ возникает потребность последовательного использования функций цели двух типов: *качественных* – на начальном (первом) уровне, при создании тактико-технического обеспечения заблаговременно; и *количественных* – на последующем (втором) уровне уже принятия оперативных решений и их выполнения.

*Качественные целевые функции.* В период заблаговременной разведки (при создании тактико-технического обеспечения) РТП или руководителя ликвидации ЧС устраивает любой положительный исход решения задачи – это те альтернативы  $X_i = A_i$ , которые позволят достичь исхода – «ПОЖАР или ЧС локализована и ликвидирована» (необходимое условие).

К примеру, ликвидация пожара или ЧС в задаче [5] может иметь следующие исходы:

худший « $I_{-1}$ » – это полное выгорание или разрушение объекта ЧС;

относительно хороший, но не лучший « $I_0$ » – локализация пожара или ЧС в каком-то отдельном секторе, если сил и средств ограниченное количество;

наиболее благоприятный « $I_{+1}$ » – пожар или ЧС локализована и ликвидирована, и сил и средств оказалось достаточно.

Такие качественные целевые функции представимы как сигнатурные подмножества (Рис. 1) вероятностей исходов  $P(I_k)$ , где  $k$  может принимать значения:  $-1, 0, +1$  из всего множества исходов полного списка  $I_j, j = 1, 2, 3, \dots, I_k \in I_j$ .

Тогда, в тактико-технических задачах организации и проведения оперативных действий по назначению, решаемых на первом уровне (заблаговременно) необходимо (как это было показано в [5]) компьютерным перебором «отсеять» все худшие альтернативы.

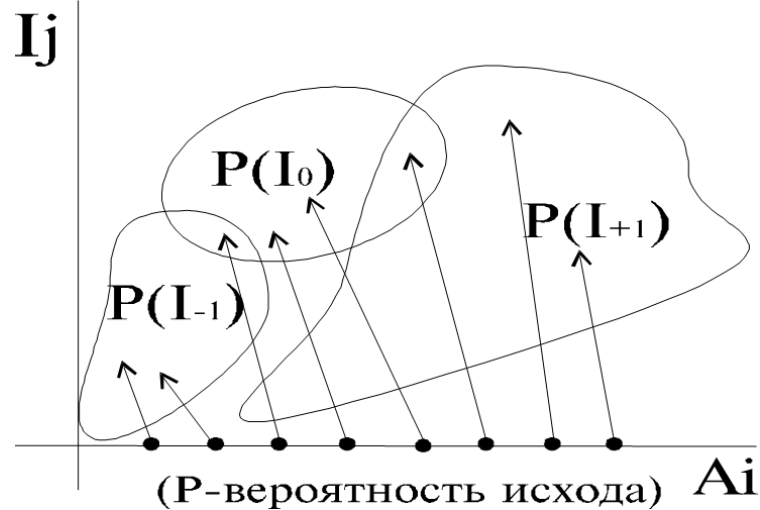


Рис. 1 – Связь принятых решений ( $A_i$ ) с исходами ( $I_j$ ) – положительными, нейтральными и отрицательными

*Количественные целевые функции.* В период оперативной разведки при ликвидации пожаров или ЧС (на втором уровне) само качество принятых РТП или руководителем ликвидации ЧС решений, в конечном счете, оценивают тоже по факту локализации и ликвидации пожара или ЧС, однако при этом следует руководствоваться дополнительно количественными критериями, которые определяют условия достаточности их оперативной работы. Соответственно, при принятии оптимальных решений на этом втором уровне функции цели должны быть уточнены – ликвидировать пожар или ЧС необходимо не только оперативно, но и наилучшим образом, с минимальными потерями материальных и человеческих ресурсов.

Эти целевые функции рассматривают как функционалы качества вида

$$Ц(I_k, F); I_j \Leftrightarrow F(X_i; Y_j), \quad (1)$$

где  $F\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  – вектор-функция, которая ставит в соответствие исходы  $I_k$  с варьируемыми альтернативами  $A_i = X_i$ ;  $Y_j$  – состояния окружающей объект среды.

Действительно, в современных экономических отношениях возникают разноречивые тенденции при оценке полезности принимаемых РТП или руководителем ликвидации ЧС

решений. С точки зрения стоящих сегодня задач суммарные потери на ликвидацию пожаров и ЧС желательно минимизировать. Для чего РПТ или руководителю ликвидации ЧС следует (необходимость) с минимальными затратами времени: точно и оперативно оценить обстановку на объекте; установить требуемое количество пожарно-спасательных подразделений; числа основной и специальной пожарно-спасательной техники и др.

Затем (достаточность), с помощью бортового персонального компьютера и технологически заложенного в нем тактико-технического обеспечения принимать наиболее эффективные (оптимальные) решения, используя количественные целевые функции.

Целесообразность такого подхода подтверждает разработанный, на основе данных конкретного примера ЧС, контрольный тест для бортового компьютера (РС), который используется при количественной оценке целевой функции и правильности принимаемых руководителем работ решений.

Этот контрольный пример, с точки зрения компьютерной оценки полезности принимаемых руководителем оперативных решений, вводится в оперативную память бортового персонального компьютера и уже основан на использовании количественных целевых функций, другими словами – компьютерных зависимостей.

Здесь следует обратить внимание на то обстоятельство, что обычно зависимости между исследуемыми параметрами определяются в табличной, в графической, или в аналитической форме [6]. Предлагается использовать компьютерное представление всяких функциональных зависимостей, которое явилось основой создания алгоритмов тактико-технического обеспечения оперативной работы подразделений ОССГЗ, реализуемых оперативно с помощью бортового компьютера.

Поясним сказанное с помощью рис. 2. Из рисунка (горизонтальная плоскость  $H$  – функция цели  $Ц2$ ) следует, что минимальными материальными затратами на ликвидацию ЧС будут иметь место при тушении пожара методом выгорания (вызов по № 1). То есть это тот случай, когда руководитель и прибывшие подразделения фактически активных действий не осуществляют, кроме охлаждения горящих и соседних объектов. А максимальные затраты (функция цели  $Ц1$ ), будут при

задействовании максимально возможного количества сил и средств (вызов по № 4).

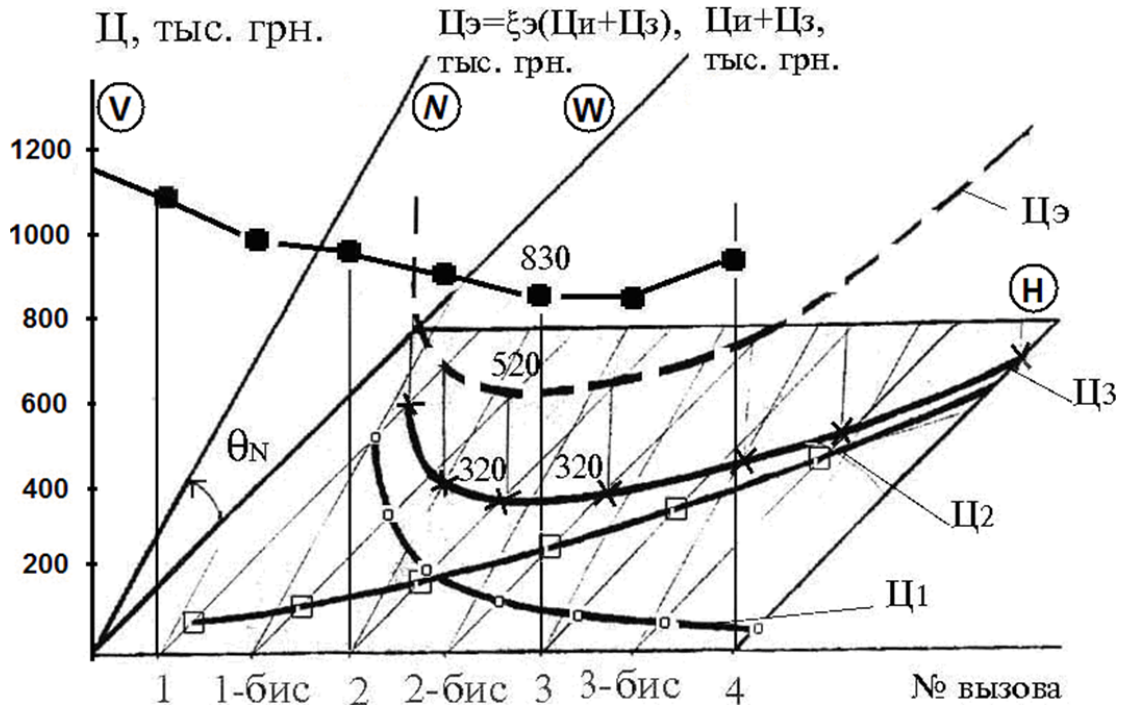


Рис. 2 – Сравнительные оценки полезности принятия руководителем решений с использованием количественных целевых функций

Это, естественно, не устраивает администрацию и коллектив предприятия (Заказчик), который составил договор с подразделениями ОССГЗ на предмет ликвидации пожаров и возможных ЧС, и ожидает от Исполнителя (в частности, от пожарно-спасательных подразделений и других аварийно-спасательных служб) действий с максимальной отдачей. Чем больше сил и средств задействует руководитель работ, тем быстрее пожар или ЧС будет ликвидирована, меньше убытков понесет Заказчик (горизонтальная плоскость  $H$  – функция цели  $Ц1$ ).

В компромиссном варианте количественный функционал качества для принимаемого решения должен удовлетворить интересам и Исполнителя, и Заказчика (горизонтальная плоскость  $H$  – функция цели  $Ц3$ ).

Возможно, потребуется учесть другие дополнительные требования (например, экологический фактор). Тогда функция цели преобразуется и может быть представлена на на-

Пути решения оптимизационных задач тактико-технического выполнения работ по назначению подразделениями оперативно-спасательной службы гражданской защиты (ОССГЗ)

клоненной под двугранным углом  $\theta_N$  плоскости  $N$  по отношению к плоскости  $H$ .

В результате, суммарно имеем

$$Ц = (1 + \xi_{\theta}) (Ц_1 + Ц_2), \quad (2)$$

где  $Ц_1$  и  $Ц_2$  – затраты Исполнителя и потери Заказчика;  $\xi_{\theta}$  – весовой коэффициент влияния ЧС на экологию среды обитания;  $\xi_{\theta} = \operatorname{tg} \theta_N$ .

Из этого же рисунка видно (все данные по функции цели  $Ц$  для удобства анализа перенесены на фронтальную плоскость  $V$ ), что для агрегированной целевой функции (2), с учетом экологии существует три экстремума: на обеих границах области определения – это максимумы по краям, и в промежуточной точке – это минимум, который и требовалось отыскать.

**Выводы.** На основе предложенной к использованию двухуровневой структуры проведения заблаговременной и оперативной разведки пожара или зоны ликвидации ЧС разработан методологический порядок составления качественных и количественных целевых функций, обеспечивающих оптимальность (рациональность) принимаемых РТП или руководителем ликвидации ЧС решений в экстремальных условиях.

Таким образом, становится понятным, что к силам и средствам, используемым для выполнения оперативных действий по назначению необходимо создавать соответствующее тактико-техническое обеспечение, которое должно быть оперативно задействовано с помощью бортового персонального компьютера.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Зайченко Ю.П. Исследование операций. – К.: Вища школа, 1975. – 320 с.
2. Теория прогнозирования и принятия решений: Учеб. пособие. Под ред. С.А. Саркисяна. – М.: Высшая школа, 1977. – С 223-344.
3. Сыровой В.В. Разведка пожара. Учебное пособие. – Харьков: ХИПБ, 1995. – 59 с.
4. Сенчихин Ю.Н., Росоха С.В. Обоснование задач принятия решений при организации работ в условиях обрушения строительных конструкций // Проблемы надзвичайних си-

- туацій: Зб. наук. пр. НУЦЗ України. Вип. 14. – Харків: НУЦЗУ. 2011. – С. 147-154.
5. Голендер В.А. Уточняемая модель принятия решений по пожарной тактике // Проблемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. Вып. 5. – Харьков: ХИПБ МВД Украины, 1999. – С. 68-72.
  6. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. – М.: Наука, 1981. – 720 с.

Сенчихін Ю.М., Сировий В.В.

**Шляхи вирішення оптимізаційних завдань тактико-технічного виконання робіт за призначенням підрозділами оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРСЦЗ)**

Встановлений методологічний порядок складання якісних і кількісних цільових функцій, що забезпечують оптимальність (раціональність) рішень, що приймаються КПП або керівником ліквідації НС в екстремальних умовах

**Ключові слова:** прийняття рішень, оперативні дії, ліквідація НС, тактико-технічне забезпечення

Senchukhin Y.N., Sirovoy V.V.

**Ways of decisions of optimization tasks of tactical-technical implementation of works on purpose by subdivisions of operatively-rescue service of civil defence**

A methodological order is set of drafting of quality and quantitative objective functions, providing an optimality(rationality) accepted by the leader of extinguishing of fire or leader of liquidation of emergency of decisions in extreme terms

**Key words:** making decision, operative actions, liquidation of emergencies, tactical-technical providing