

*Беликов А.С., д-р техн. наук, зав. каф., ГВУЗ «ПГАСА»,
Касьян А.И., канд. техн. наук, нач. СГЗ,
ГУ ГСЧС України в Харьковской обл.,
Рагимов С.Ю., канд. техн. наук, ст. преп., НУГЗУ,
Чаплыгин А.С., нач. ГПЧС,
ГУ ГСЧС України в Харьковской обл.,
Шаломов В.А., канд. техн. наук, доц., ГВУЗ «ПГАСА»,
Маладыка И.Г., канд. техн. наук, доц.,
ЧИПБ им. Героев Чернобыля*

ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ (АСР) И РЕМОНТНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ (РВР) РАБОТ В УСЛОВИЯХ ОБРУШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

(представлено д-ром физ.-мат. наук Яковлевым С.В.)

Введены обобщенные понятия заблаговременной и оперативной разведки. Предложено рациональным комплектованием боевого расчета аварийно-спасательными устройствами и механизированным оборудованием обеспечивать эффект уменьшения потерь времени.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, спасательные работы, математическое моделирование, теория графов

Постановка проблемы. Анализ ведения АСР и РВР в экстремальных условиях показал, что до настоящего времени на современном уровне научно обоснованный подход к решению задач принятия решений практически не использовался.

Анализ последних исследований и публикаций. Статистика ЧС при ликвидации негативных последствий и их анализ [1, 2] показывает, что до настоящего времени не в полной мере решены вопросы, позволяющие с учетом машин и оборудования выполнять поставленные задачи в сроки, отведенные нормативными документами. При этом не уделяется достаточного внимания вопросам сокращения потерь времени и действий подразделений с учетом оценки положения на объектах ЧС.

Постановка задачи и ее решение. Согласно проведенного анализа [1, 2] было установлено, что эффективность и

Беликов А.С., Касьян А.И., Рагимов С.Ю.,
Чаплыгин А.С., Шаломов В.А., Маладыка И.Г.

безопасность выполнения АСР зависит от целого ряда факторов, в том числе оперативности принятия решений при развертывании сил и средств. При этом важная роль отводится проведению разведке и оценке уровня и возможных последствий при ЧС на объектах. Поэтому возникла необходимость рассмотрения обобщенной модели действий специальных подразделений при ликвидации ЧС и оценки вероятных исходов от принятых решений. Нами была рассмотрены действия подразделений при разведке в виде двух уровней: действия в период заблаговременной разведки (первоначальный этап решения задачи сокращения потерь времени); действия во время оперативной разведки зоны ЧС и самого выполнения АСР (второй этап решения задачи).

Соответственно, предложенные оба этапа проведения работ в экстремальных условиях были нами адаптированы как понятия о двух видах разведки (по аналогии с заданиями разведки пожара):

- заблаговременная разведка, то есть заранее, для случаев гипотетически возможных ЧС;
- оперативная разведка, которая оперативно осуществляется в процессе решения тактических задач локализации, ликвидации ЧС и ее последствий.

На рис.1 схематично представлен этот подход.

Пунктиром показан условно «идеальный» случай, когда существенные потери времени отсутствуют (f_0); - непрерывная ступенчатая кривая соответствует реальным условиям наличия потерь времени при проведении АСР (f_g).

Соответственно, реальные суммарные затраты времени спасателями в период заблаговременной разведки, а также во время оперативных действий в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) можно выразить следующим образом

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

где: τ_0 и $\delta\tau_0$ – продолжительность заблаговременной разведки плюс потери времени до получения сообщения о ЧС (показатели качества работ по обслуживанию объекта, по созданию и обновлению тактико-технического обеспечения и др.); τ_1 и $\delta\tau_1$ – время в пути следования на место возникновения ЧС плюс потери, возникающие при нерациональном выборе мар-

Теория принятия решений при проведении аварийно-спасательных (АСР) и ремонтно-восстановительных (РВР) работ в условиях обрушения строительных конструкций

шрута следования и средств доставки; τ_2 и $\delta\tau_2$ – время, затрачиваемое на оперативное развертывание подразделений в зоне ЧС плюс потери времени, связанные с недостатком сил и средств и/или с несогласованностью действий при их избытке; τ_3 и $\delta\tau_3$ – время локализации и ликвидации ЧС плюс непроизводительные потери времени при этом; τ_4 и $\delta\tau_4$ – время и потери времени при свертывании подразделений и возвращении на место расположения подразделений.

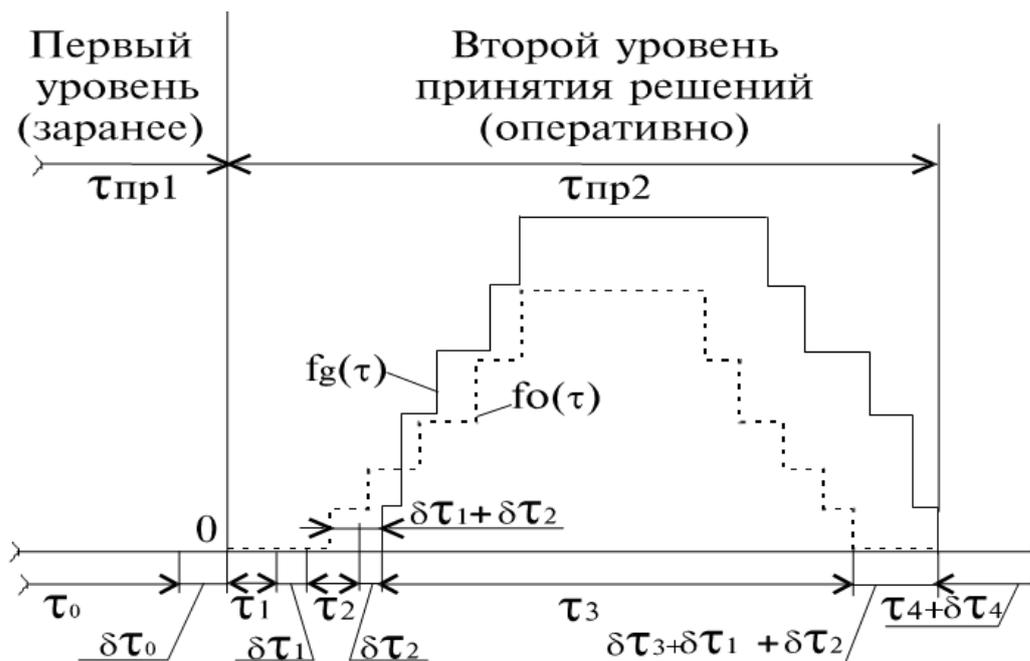


Рис. 1 – Схема кинетики выполнения работ специальными подразделениями в периоды заблаговременной и оперативной разведок

В соответствии с предложенной диаграммой рис.1 нами были введены обобщенные понятия заблаговременной и оперативной разведки зоны возникновения ЧС следующим образом.

Заблаговременная разведка – это работа аварийно-спасательных подразделений, которая представляет собой совокупность мероприятий проводимых работниками спецподразделений и спасателями по получению, изучению и непрерывному уточнению данных об обстановке в процессе профилактического надзора зоны гипотетической (предполагаемой) ЧС вплоть до ее возникновения.

Понятие оперативной разведки. Это непрерывный сбор оперативных данных о текущей обстановке на объекте ЧС, начиная с момента получения тревожного сообщения ЧС и заканчивая моментом времени, наступающим в период свертывания аварийно-спасательных подразделений и возвращения в место их дислокации.

Соответственно введенным определениям становится понятным, какое значение для успешного проведения АСР имеет факт сокращения потерь времени на обоих этапах разведки. В этом смысле все составляющие, связанные с сокращением этих потерь времени, являются основополагающими при создании и использовании так названного нами тактико-технического обеспечения, которое, как будет показано далее, и создается на основе теории принятия оптимальных (рациональных) решений.

На стадии заблаговременной разведки (при проектировании и строительстве объекта, его профилактическом обслуживании и др.) спасательными подразделениями изучается и уточняется существующая обстановка на объекте охраны. В частности, в подразделениях аварийно-спасательной службы создаются соответствующие планы и карточки для спецподразделений (в том числе карточки взрывопожаробезопасности).

То есть заблаговременно разрабатывается тактико-техническое обеспечение к предположительным действиям спасателей на случай возникновения ЧС. Здесь же разрабатываются и маршруты следования к объектам охраны, комплектование спецподразделений аварийно-спасательными устройствами и механизированным оборудованием, выбор автотранспортных средств их доставки.

Учитывая, что на основе полученных данных о состоянии объекта, категории ведения работ по масштабам и опасности, оперативно принимаются меры, направленные на обеспечение успешного проведения АСР в экстремальных условиях с использованием технических средств.

Сюда следует включать и мероприятия по повышению огнестойкости объекта, по снижению пожарной, взрывной и химической опасности, по обеспечению надежной связи, накоплению запасов огнетушащих и нейтрализующих средств и

др. Все это с успехом может быть использовано во всех подразделениях ГСЧС.

С общей для спасательных подразделений целью важно максимально приблизиться к возможной обстановке гипотетической ЧС за счет детальной проработки перечисленных вопросов. При этом следует оценивать возможности применения традиционных и нетрадиционных средств ведения АСР и их доставки к объекту, в том числе использование новейших, единичных образцов, еще не апробированных.

Если учесть, что с момента получения сообщения о возникновении ЧС на объекте до момента ее ликвидации оперативные решения принимает руководитель АСР, то тогда их правильность (оптимальность или рациональность) можно охарактеризовать суммарными потерями времени $\Sigma \delta \tau_m$, при условии безопасного проведения работ.

Этим потерям времени могут сопутствовать утраты человеческих жизней и материальных ресурсов, которые в мировой практике ЧС принято оценивать путем сравнения двух интегральных сумм (2), вычисленных для функций:

f_g – в пределах реально затраченного времени на боевые действия,

f_0 – в пределах времени оперативных действий «без потерь»

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

где $\Delta Ц$ – цена потерь, зависящих от функции K ; K – критерий оценки качества АСР и РВР, учитывающий требования их безопасного проведения для спасаемых и спасателей.

Рис.2 дает представление о том, как можно осуществлять прогноз и оценку качества проведения АСР.

Оси абсцисс и ординат (рис.2) соответствуют: ось абсцисс – это решения (условно обозначены точками), которые может принимать руководитель АСР, т.е. альтернативы – A_i . Ось ординат – это результаты принятых решений (область исходов – I_j), которые возникают при выборе той или иной из альтернатив A_i . Здесь следует различать:

$P(I+1)$ – вероятность исходов успешного проведения АСР, когда ликвидирована ЧС и спасены человеческие жизни, хотя и имеются материальные потери;

$P(I_0)$ – вероятность исходов, когда ЧС ликвидирована, имеются материальные потери и пострадавшие с различной степенью тяжести, которым оказана спасателями доврачебная помощь;

$P(I-1)$ – вероятность исходов неуспешной ликвидации ЧС, имеются и материальные потери и потери человеческих жизней.

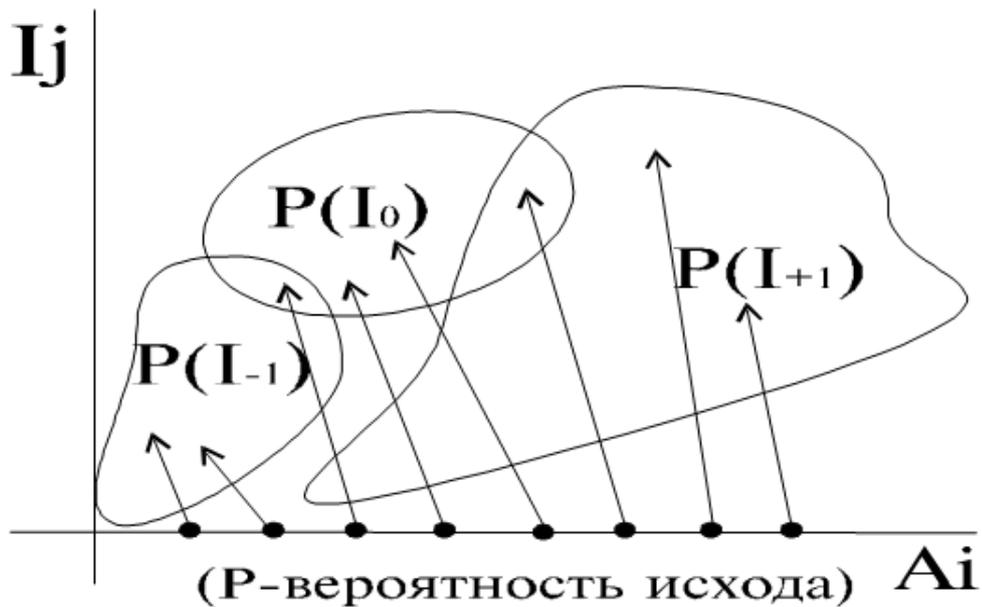


Рис. 2 - Связь принятых решений (A_i) с исходами (I_j) – положительными, нейтральными и отрицательными

Отметим, что в наиболее общем случае функция K характеризует нелинейность связи между $\Delta\Pi$ и τ . В первом приближении (оценочный вариант) полагают, что $K = 1$, т.е. функциональную связь между $\Delta\Pi$ и τ линеаризуют.

Так как в (1) все параметры измеряются в одной шкале – время, то для оценки качества принятого руководителем АСР решения используют так называемую агрегированную по потерям времени функцию цели, а так же с ней сопряженную функцию материальных потерь

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

где ξ_m – весовой коэффициент важности каждого из критериев; ΔC – как и ранее, цена потерь.

Вместе с этим, ощутимого выигрыша во времени, а, следовательно, более существенного сбережения ресурсов и эффективного проведения АСР и РВР следует ожидать, если принятие решений осуществлять в соответствии с предложенным двухуровневым подходом к разведке зоны ЧС.

Выводы. Именно при решении оптимизационных задач тактико-технического выполнения работ подразделениями МЧС возникает потребность последовательного использования функций цели двух типов: качественных – на начальном (первом) уровне, при создании тактико-технического обеспечения заблаговременно ($\delta\tau_0 \rightarrow 0$); и количественных – на последующем (втором) уровне уже принятия оперативных решений и их выполнения ($\delta\tau_1, \delta\tau_2, \delta\tau_3 \rightarrow 0$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Харари Ф. Теория графов: Пер. с англ. / Под ред. Г. П. Гаврилова. – М.: Мир, 1973. – 300 с.
2. Розен В. В. Цель – оптимальность – решение (математические модели принятия оптимальных решений) / Розен В. В. – М. : Радио и связь, 1982. – 168 с.
3. Касьян О. І. Підвищення безпеки аварійно-відновлювальних робіт з ліквідації наслідків обвалення будівельних конструкцій: автореф. дис. на здобуття наукового ступеню к.т.н.: спец. 05.26.01 «Охорона праці» / О. І. Касьян – Дн –ськ, 2010. – 24 с.

Беликов А.С., Касьян О.І., Рагимов С.Ю., Чаплигин О.С., Шаломов В.А., Маладика І.Г.

Теорія прийняття рішень при проведенні аварійно-рятувальних (АРР) та ремонтно-відновлювальних (РВР) в умовах руйнування будівельних конструкцій

Введені узагальнені визначення завчасної та оперативної розвідки. Запропоновано раціональним комплектуванням бойового розрахунку аварійно-рятувальними пристроями та механізованим обладнанням забезпечувати ефект зменшення втрат часу.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, рятувальні роботи, математичне моделювання, теорія графів

Belikov A.S., Kasjan O.I., Ragimov S.Yu., Chaplygin O.S., Shalov V.A., Maladyka I.G.

Theory of decision-making during emergency rescue (ERW), repair and recovery (RRW) works in construction pearled

Introduced the concept of generalized early and operational intelligence. The rational manning combat crew rescue devices and mechanized equipment to ensure the effect of reducing the loss of time.

Key words: emergency rescue operations, mathematical modeling, graph theory

УДК 618.3.016

*Борисова Л.В., канд. юр. наук, викл., НУГЗУ,
Закора О.В., канд. техн. наук, ст. викл., НУЦЗУ,
Селенко Є.Є., викл., НУЦЗУ,
Фещенко А.Б., канд. техн. наук, доц., НУГЗУ*

**ОЦІНКА ГОТОВНОСТІ ОПЕРАТОРА
ДО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ
ШВИДКОПЛИННИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**
(представлено д-ром техн. наук Басмановим О.Є.)

Запропоновано метод оцінки ступеня готовності оператора до прийняття рішень при ліквідації швидкоплинних техногенних надзвичайних ситуацій. Введено індекси, що характеризують готовність оператора до прийняття рішень: індекс якості підготовки оператора, індекс реакції оператора. Запропоновані вирази для обчислення введених понять.

Ключові слова: прийняття рішень, швидкоплинні надзвичайні ситуації, ступінь готовності оператора

Постановка проблеми. Статистика свідчить, що стрімкий розвиток технологій в інформаційному суспільстві, неухильне зростання їх складності й обсягів виробництва супроводжує, на жаль, значний ріст кількості й масштабів техногенних надзвичайних ситуацій (ТНС) [1].

До особливого класу ТНС відносяться швидкоплинні техногенні надзвичайні ситуації (ШТНС), що характеризуються стрімкою зміною параметрів навколишнього середовища, потребують надзвичайно швидкого прийняття рішень і реагу-