

Н.Г. Топольский, В.И. Служев, А.Л. Холостов
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: info@academygps.ru)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО СПАСЕНИЮ ЛЮДЕЙ В ОПАСНЫХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация. Проведены теоретические оценки вероятностей гибели людей при их падениях с высоты и ударах о твердую поверхность. Эти оценки могут быть использованы при принятии решений по спасению людей при пожарах и других опасных событиях.

Ключевые слова: спасение людей, информационное обеспечение, принятие решения.

N.G. Topolskii, V.I. Sluev, A.L. Holostov

DATAWARE OF SUPPORT DECISION MAKING ON SAVING OF THE PEOPLE IN DANGEROUS SITUATION

Abstract. They are organized theoretical estimations of probability to deaths of the people under their falls with heights and blow about harden surface. These estimations can be used at decision making on saving of the people at fire and other dangerous event.

Key words: saving of the people, dataware, decision making.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 10 июня 2010 г.

Введение

В условиях глобализации экономической, политической и общественной жизни стран и народов особое место занимают современные информационные технологии, которые используются во всех сферах жизнедеятельности людей [1-3]. Одним из основных условий этой жизнедеятельности является обеспечение защищённости людей в опасных ситуациях, в том числе их спасения.

Так, в настоящее время, несмотря на принимаемые меры, остаётся актуальной задача спасения людей на пожарах и в других опасных ситуациях техногенного характера. Информационное обеспечение поддержки принятия управленческих решений в этих ситуациях может уменьшить число жертв при проведении аварийно-спасательных работ [4-9].

В статье рассматривается проблема информационной поддержки принятия решений в том случае, когда обычная эвакуация людей в опасных ситуациях невозможна: недостаточность спасательных средств, когда люди вынуждены для своего спасения прыгать из окон или с балконов и крыш горящего здания;

паника среди спасаемых, а также другие ситуации, когда невозможно воспользоваться эвакуационными путями, средствами спасения или невозможно проведение спасательных работ и т.д.

К сожалению, такие случаи имеют место и единственным вариантом спасения людей может быть их прыжок, падение или скольжение по наклонной плоскости. На основе анализа рисков, связанных с различными способами спасения человека, может быть выбран оптимальный вариант.

В результате обработки статистических данных о гибели людей при падениях с высоты получены аналитические зависимости, позволяющие оценивать вероятности гибели людей при их падениях с высоты [10-13].

Количественные оценки рисков гибели людей при их падениях с высоты, а также от удара вследствие скольжения по наклонной поверхности для высот $H > 1,2$ м представлены в [10-13]. Эти оценки позволяют определять оптимальные способы спасения людей в ряде опасных ситуаций. Однако при падениях людей с небольших высот ($0,85 \text{ м} < H < 2,2 \text{ м}$) также можно говорить о риске их гибели.

В статье рассматривается два основных варианта спасения человека: свободное падение на твердую горизонтальную поверхность и скольжение по наклонной поверхности.

Оценка риска гибели человека при его падении на твердую горизонтальную поверхность

На первый взгляд может показаться, что падать (прыгать) человеку с высоты $0,85\text{-}2,2$ м совсем не опасно. Если использовать данные о гибели людей по причине вертикального падения с высот $0,85 \text{ м} < H < 2,2 \text{ м}$ на твердую горизонтальную поверхность из работы [10], то можно оценить вероятность гибели человека от удара о поверхность:

$$P = A_0 + A_1 H, \quad (1)$$

где $A_0 = -7,827 \cdot 10^{-4}$; $A_1 = 1,414 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$; H – высота падения, м.

Точность оценки вероятности гибели человека, определяемой по формуле (1), определяется разбросом статистических исходных данных и составляет не более 15 % для людей всех возрастов с разным уровнем физической подготовки и различными положениями их тела при ударе. Оценка этого риска может представлять практический интерес при организации спасательных работ в опасных ситуациях.

Оценка риска гибели человека при его ударе вследствие скольжения по наклонной поверхности

Среди возможных вариантов спасения людей в опасных ситуациях может быть скольжение по наклонной поверхности. Такой наклонной поверхностью может быть часть крыши дома, ангара, элемент разрушенного промышленной аварией здания и т.д. На рис. 1 схематично указана одна из возможных схем скольжения человека с последующим ударом о твердое препятствие. Если предположить, что человек после удара прекращает движение, то можно с по-

мощью соотношения (1) оценить вероятность гибели от удара:

$$P = A_0 + A_1 H_k (1 - K \operatorname{ctg} \alpha), \quad (2)$$

где H_k – высота нахождения человека на наклонной поверхности;
 K – коэффициент трения скольжения тела человека по наклонной поверхности;

α – угол наклона поверхности скольжения;

$$0,85 \text{ м} < H_k (1 - K \operatorname{ctg} \alpha) < 2,2 \text{ м}.$$



Рис. 1. Схема скольжения человека по наклонной поверхности с последующим ударом о твердую поверхность

Для экспресс-анализа опасности удара человека о твердое препятствие вследствие скольжения с высоты можно построить *зонные диаграммы риска* гибели человека. Для этого соотношение (2) следует представить в следующем виде:

$$H_k = \frac{P - A_0}{A_1 (1 - K \operatorname{ctg} \alpha)}. \quad (3)$$

На рис. 2 в качестве примера представлены *зонные диаграммы риска* гибели человека от удара о твердое препятствие вследствие скольжения с высоты. Если, например, человек скользит с высоты $H_k = 2 \text{ м}$ при $\alpha = 60^\circ$ и $K = 0,5$, то вероятность гибели будет $0,001 < P < 0,0015$.

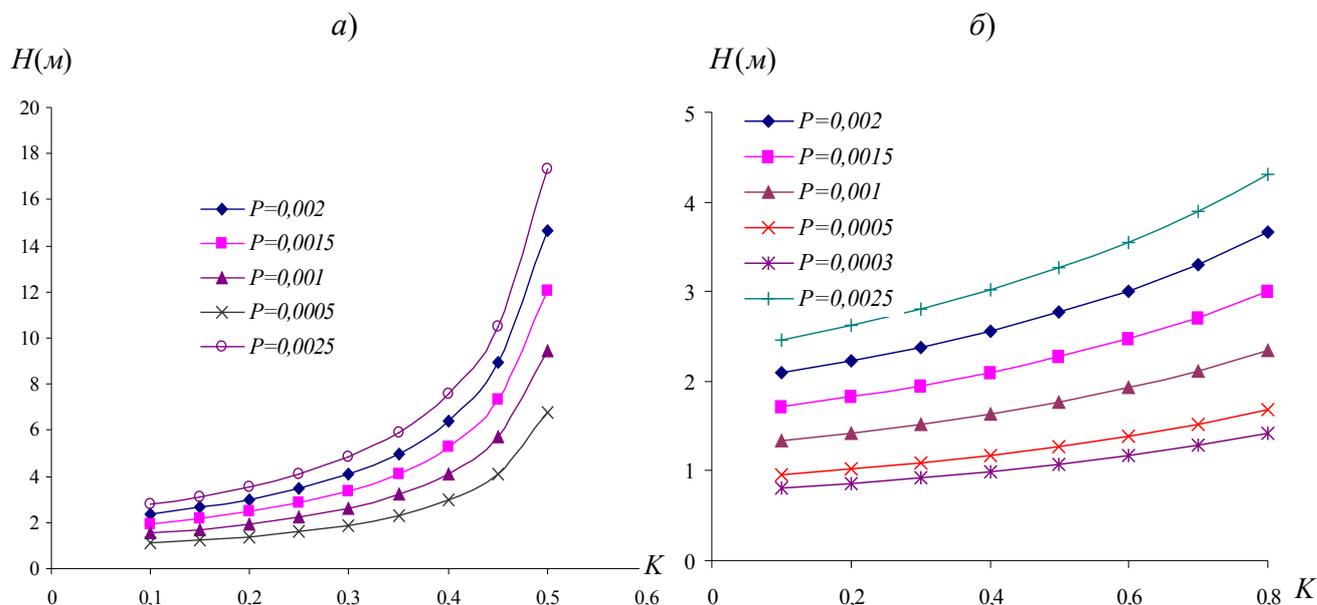


Рис. 2. Зонные диаграммы риска гибели человека от удара о твердое препятствие в результате скольжения: а) при $\alpha = 30^\circ$; б) при $\alpha = 60^\circ$

Информационная поддержка принятия оптимального решения по спасению человека в опасных ситуациях

Методики оценки риска гибели человека, изложенные выше, могут быть использованы для выбора оптимального варианта спасения людей при пожарах и опасных ситуациях техногенного характера. Такая необходимость может возникнуть, когда невозможна эвакуация, а также недостаточно средств спасения и сотрудников. Обычная эвакуация может быть невозможной при тушении крупного пожара (жилой дом, торговый центр, производственное помещение), при ликвидации ЧС техногенного характера и т.д. На рис. 3 в качестве примера представлена упрощенная возможная схема спасения людей. Рассмотрено три варианта: первый вариант: прыжок с высоты H_1 вниз; второй вариант: подъем вверх на высоту H_2 , а затем скольжение вниз по наклонной поверхности, составляющей с горизонтальной поверхностью угол α ; третий вариант: подъем на высоту H_3 , а затем скольжение вниз по наклонной поверхности, составляющей с горизонтальной поверхностью угол β .

Для оценки риска гибели человека от удара о твердое препятствие для этих вариантов спасения можно использовать методики, представленные выше. В первом случае вероятность гибели человека равна:

$$P_1 = A_0 + A_1 H_1. \tag{4}$$

Во втором случае вероятность гибели человека равна:

$$P_2 = A_0 + A_1 H_2 (1 - K_1 \operatorname{ctg} \alpha). \tag{5}$$

В третьем случае вероятность гибели человека равна:

$$P_3 = A_0 + A_1 H_3 (1 - K_2 \operatorname{ctg} \beta). \tag{6}$$

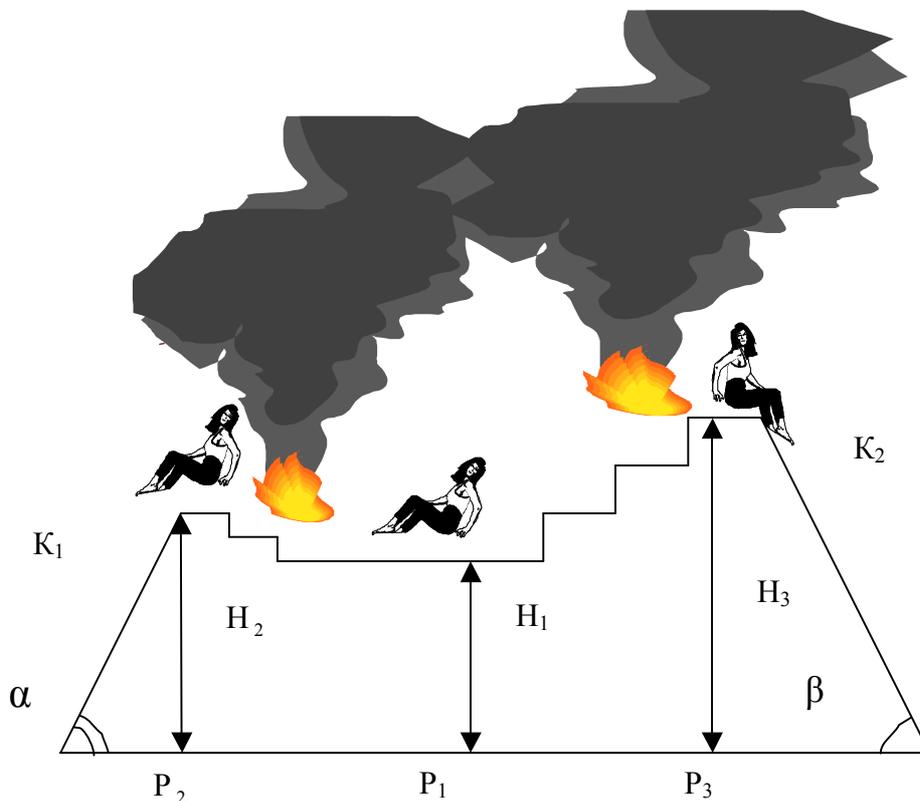


Рис. 3. Выбор оптимального варианта спасения человека

Относительный риск гибели человека при его спасении во втором случае равен:

$$\Delta_2 = \frac{P_2}{P_1} = \frac{A_0 + A_1 H_2 (1 - K_1 \operatorname{ctg} \alpha)}{A_0 + A_1 H_1}, \quad (7)$$

в третьем случае – равен:

$$\Delta_3 = \frac{P_3}{P_1} = \frac{A_0 + A_1 H_3 (1 - K_2 \operatorname{ctg} \beta)}{A_0 + A_1 H_1}. \quad (8)$$

Определив относительные риски с помощью (7) и (8) можно выбрать вариант спасения людей, при котором минимален относительный риск.

Например, если $\alpha = \beta = 45^\circ$, $H_1 = 1,1$ м, $H_2 = 1,3$ м, $H_3 = 4,25$ м, $K_1 = 0,3$, $K_2 = 0,8$, то $P_1 = 0,7727 \cdot 10^{-3}$, $P_2 = 0,504 \cdot 10^{-3}$, $P_3 = 0,4192 \cdot 10^{-3}$, $\Delta_2 = \frac{P_2}{P_1} = 0,6523$,

$$\Delta_3 = \frac{P_3}{P_1} = 0,5425.$$

Так как $P_1 > P_2 > P_3$, то наименьший риск будет при спасении человека по третьему варианту, то есть почти в два раза безопаснее соскальзывать с высоты 4,25 м, чем прыгать вниз с высоты 1,1 м.

Алгоритмизация данных результатов позволяет обосновать принятие оперативных решений по спасению людей на пожарах и при различных опасных ситуациях техногенного характера.

Выводы

При возникновении опасных событий (пожар, взрыв, действие химических веществ вследствие промышленной аварии и т.д.) безусловно, необходимо организовать их своевременную и безопасную эвакуацию, конечно, не допуская падения. Однако, к сожалению, так бывает не всегда. Например, в 1995 г. при пожаре в гостинице "Сибирь" г. Иркутск отрезанные от лестничного проёма многие люди разбивали стекла и прыгали вниз, при этом серьезно пострадал 21 человек. При пожаре в помещении сбербанка в январе 2006 г. на 7-8 этажах офисного здания в г. Владивосток люди оказались заблокированы на горящих этажах, поскольку в помещения банка и других коммерческих организаций, расположенных в данном здании, можно попасть только с помощью лифта. Часть лестничных пролетов была закрыта решетками, что сделало невозможным эвакуацию. Большинство погибших – молодые женщины, которые пытались спастись от огня, прыгая из окон на асфальт.

Алгоритмизация представленных в данной статье методик информационной поддержки принятия решений по спасению людей при их падениях с небольших высот поможет сократить время на принятие решений и повысить безопасность спасательных работ на пожарах и при различных опасных событиях техногенного характера.

Литература

1. Шойгу С.К., Воробьев Ю.Л., Владимиров В.А. Катастрофы и государство. М.: Энерготехиздат, 1997. 160 с.
2. Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г., Махутов Н.А. Теория риска и технологии обеспечения безопасности. Подход с позиции нелинейной динамики. Часть 1 // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1998. №2. С. 26-41.
3. Безопасность информационных систем в условиях глобализации / Гинзбург В.В. Качанов С.А., Минаев В.А. Нефедов Д.В. Топольский Н.Г., Фисун А.П. Шевчук П.С. М.: Радио и связь, 2004. 246 с.
4. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Вагнер П. Мировая пожарная статистика в конце XX века. М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 80 с.
5. Пожарные риски. Вып. 1 / Под. ред. Н.Н. Брушлинского. М.: ВНИИПО МЧС России, 2004. 57 с.
6. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. М.: Деловой экспресс, 2004. 322 с.
7. Матюшин А.В., Прошин А.А., Родионов И.Ю. Травматизм сотрудников ГПС при исполнении служебных обязанностей и его профилактика // Пожарная безопасность, 2002. № 2. С. 78-83.
8. Котик М.А. Психология и безопасность. Таллин: Валгус, 1987. 439 с.
9. Харисов Г.С. Теоретические основы и разработка принципов безопасности людей при несчастных случаях. Дис. д-ра тех. наук. М., 1991.
10. Слуев В.И. Теоретические принципы оценки опасности падения человека с высоты: Монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. 120 с.
11. Слуев В.И. Анализ последствий падения человека с высоты (аспекты спасения) // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 3. М., 2000. С. 107-116.
12. Слуев В.И. Прогнозирование опасности гибели человека при свободном падении с высоты на твердую поверхность // Пожарная безопасность. № 5. 2004. С. 103-107.
13. Слуев В.И., Кузьмин В.В. Анализ опасности гибели человека из-за скольжения по наклонной поверхности в условиях чрезвычайной ситуации // Пожарная безопасность. № 5. 2004. С.108-111.