

результатов находить, используя свойства нормального распределения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спортивная метрология. Учебник для ин-тов физ. культ./ Под ред. В.М.Зациорского. – М.: ФиС, 1982. – 256 с.
2. В.М. Стрелец, П.А. Ковалев. Особенности представления исходных данных при имитационном моделировании деятельности личного состава пожарной охраны.// Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. – Харьков: ХИПБ, 1997.- с.50-53.
3. В.М. Стрелец, В.Б. Грицай. Статистический метод обоснования нормативов боевого развертывания пожарно-технического вооружения. – Право і безпека. – 2002. – № 1. – с.165-171
4. Е.С. Вентцель. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1962. – 564 с.

УДК 331.101

*Ковалев П.А., канд. техн. наук, зам. нач. каф., УГЗУ,
Щербак С.Н., преп., УГЗУ,
Гусяков В.М., магистр, УГЗУ*

ОСОБЕННОСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВЫСОТЕ В ИЗОЛИРУЮЩИХ АППАРАТАХ

(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.Н.)

Показано, что при проведении аварийно-спасательных работ на высоте распределение времени выполнения операций, которые не относятся к экстремальным, является, как правило, скошенным, а операций, которые являются экстремальными, при хорошем уровне подготовленности – двухвершинным

Постановка проблемы. Способность личного состава проводить аварийно-спасательные работы на высоте в изолирующих аппаратах существенно расширяет оперативно-тактические возможности задействованных подразделений [1]. Однако такие работы имеют свои закономерности, которые до настоящего времени

не учитывались ни штабом по ликвидации чрезвычайной ситуации, ни руководством подразделений в ходе организации профессиональной подготовки спасателей.

Анализ последних исследований и публикаций. показал, что это связано с тем, что работа людей на высоте рассматривается, как правило, применительно к альпинизму. Соответственно, в [2,3], где даются рекомендации по совершенствованию деятельности в горной местности, основное внимание уделено специальному снаряжению и разнообразным узлам, а в [4,5], где рассматриваются вопросы промышленного альпинизма, - использованию конструктивных элементов строительных и других конструкций для закрепления спасательного и страховочного снаряжения. Такая деятельность ориентирована на персонал, для которого спасательные работы на высоте являются профессиональными обязанностями, или же, как это имеет место с альпинистами, профессиональным увлечением. Однако, в большинстве случаев проведением аварийно-спасательных работ на высоте, в том числе связанных со спасением пострадавших вдоль наружных стен многоэтажных зданий, занимается личный состав пожарно-спасательных подразделений, для которого такой вид деятельности является не самым частым.

Эффективность использования конкретных технических решений (тросовых метательных устройств, коленчатых подъемников и т.д.) применительно к проведению спасательных работ подразделений пожарной охраны на высотных зданиях рассмотрена в [6,7], однако там не акцентировано внимание на то, как выполняется та или иная конкретная операция, особенно если спасателям необходимо быть в изолирующих аппаратах.

В [8] приведен анализ работы звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС) при тушении пожаров или проведении спасательных работ вдоль наружных стен многоэтажных зданий. Исследуемый процесс рассматривается в виде соответствующего алгоритма. Показана принципиальная возможность его реализации с помощью имитационной модели. Однако непосредственные результаты проведения аварийно-спасательных работ на высоте не рассматривались.

Целесообразность обучения пожарных расширенному количеству способов решения одной и той же задачи отмечена в [9], однако и там особенности выполнения отдельных операций не рассмотрены.

Применительно к боевому разворачиванию и тушению пожаров в подвальных и цокольных этажах такие закономерности приведены в [10]. Их анализ показал, что за основу изучения особенностей аварийно-спасательных работ на высоте можно взять подход, в основе которого лежит анализ скошенности распределения времени выполнения конкретной операции.

Постановка задачи и ее решение. Для раскрытия закономерностей работы личного состава пожарно-спасательных подразделений МЧС в изолирующих аппаратах при проведении аварийно-спасательных работ на высоте были проанализированы распределения времени выполнения отдельных операций, которые выполняет звено ГДЗС в случае спасения пострадавших с четвертого этажа, когда пути подъема на этаж по маршевым лестницам отрезаны огнем.

В связи с последним условием звено двигается в окно четвертого этажа по штурмовым лестницам, подвешенным «цепью». Перед личным составом ставится задача: провести отыскание и эвакуацию пострадавших с четвертого этажа. Личный состав работает в изолирующих аппаратах. При такой последовательности решения поставленной задачи ограничения, связанные с использованием четырехэтажного здания, существенно ослабляются, а полученные предложения могут использоваться и для подготовки звеньев ГДЗС к работам на этажах, до которых не достают существующие автолестницы.

Решение вводной представляло собой последовательное выполнение следующих этапов:

- подготовка звена к работе;
- подъем по штурмовой лестнице, подвешенной «цепью» в окно четвертого этажа;
- страховка пострадавшего в сознании;
- спуск пострадавшего в сознании со страховкой;
- отыскание пострадавшего в условиях полной невидимости;
- страховка пострадавшего без сознания;
- спуск пострадавшего без сознания;
- спуск звена с уборкой лестниц.

Полученные экспериментальные данные были обработаны с помощью стандартных статистических методов и некоторые из них в обобщенном виде приведены на рисунках 1÷3.

Анализ полученных результатов показал, что, как правило (исключение составлял случай, отраженный на рис. 3), распреде-

ления времен выполнения характеризуются наличием одной вершины и скошенностью. По величине показателя последней

$$Sk_j = \frac{1}{n \cdot G_j^3} \cdot \sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^3, \quad (1)$$

(где n – число независимых опытов, x_{ji} – результат i -го измерения j -го параметра, \bar{x}_j , G_j – соответственно оценка его математического ожидания и среднеквадратического отклонения) можно судить об уровне подготовленности личного состава пожарно-спасательных подразделений, исходя из того, что распределение времени выполнения операций, к выполнению которых спасатели подготовлены хорошо, имеет положительную скошенность, а к выполнению которых недостаточно – отрицательную [10].

Так, видно, что среди тех операций, на сокращение времени выполнения которых следует обратить особое внимание, следует выделить подготовку звена к работе (оснащение его средствами страховки и спасания пострадавших, связи, специальным вооружением, выполнение боевой проверки и т.д.).

Разброс времени выполнения этой операции в ходе экспериментов по исследованию особенностей работы на высоте (см. сплошную линию на рис. 1) был очень большим (от трех до семи с половиной минут), а сама операция, при всей ее кажущейся второстепенности, занимала до 20% продолжительности решения вводной звеньями. В то же время, когда личный состав хорошо знает все свои действия, связанные с подготовкой к работе (подготовка звена ГДЗС к работе в теплодымокамере), основное внимание может быть уделено другим операциям. Эксперименты показали, что необходимо повысить внимание подготовке постового на посту безопасности, расширению его обязанностей на начальном этапе работы звена.

Сравнение распределений времени подъема звена в окно четвертого окна (см. сплошную линию на рис.2) и времени выполнения завершающей операции рассмотренного процесса (спуска с уборкой лестниц) (см. штриховую линию на рис.2) показало: в первом случае скошенность распределения была положительной (это свидетельствует о том, что все участвовавшие в эксперименте были достаточно координированными, сильными и профессионально подготовленными), а во втором – отрицательной. Учитывая это,

сделан вывод о необходимости обратить особое внимание совершенствованию выносливости спасателей.

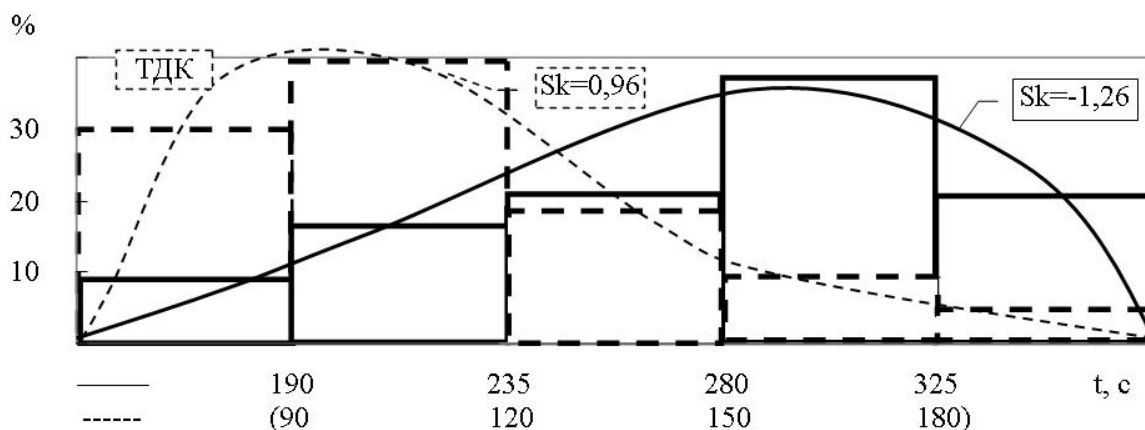


Рис. 1 – Распределение времени подготовки звена

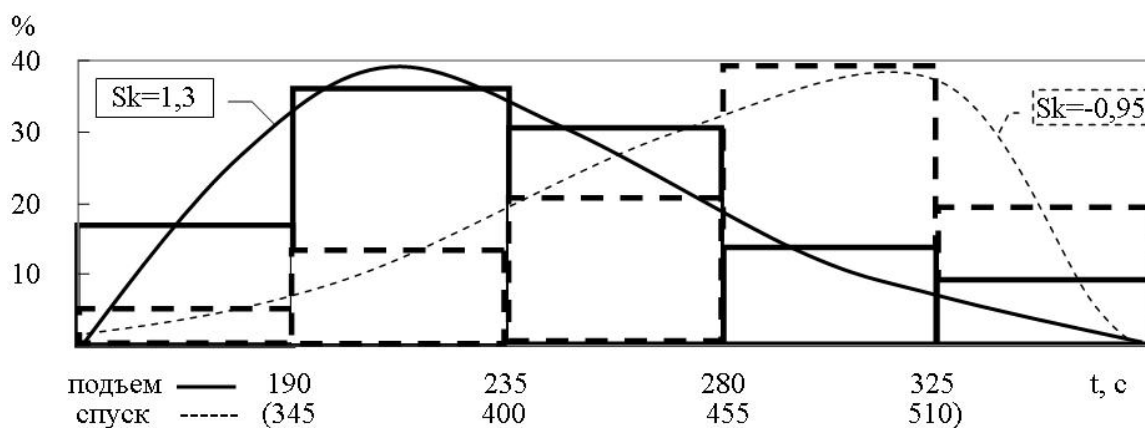


Рис. 2 – Распределение времени подъема (спуска) звена

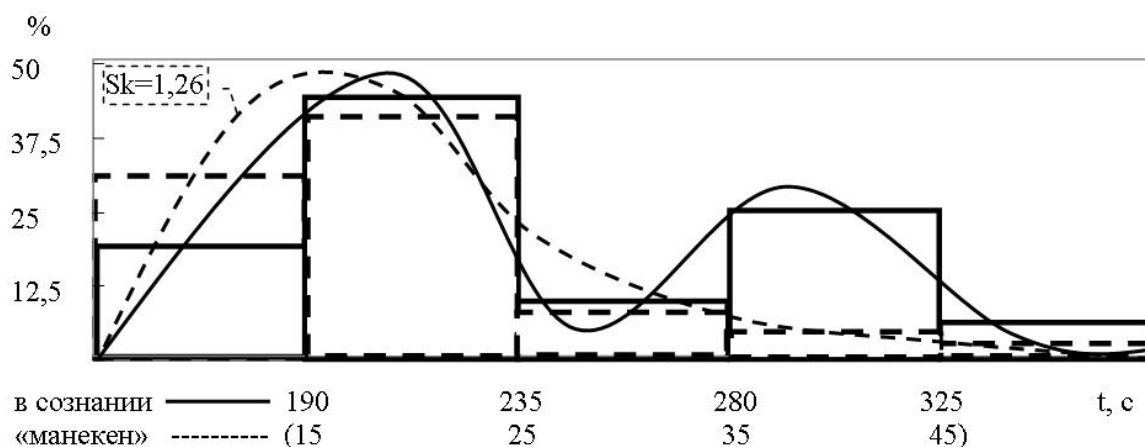


Рис. 3 – Распределение времени страховки пострадавшего

Учитывая соображения, приведенные в [10], можно считать, что для описания одновершинных скошенных распределений времени выполнения отдельных спасательных операций на высоте целесообразно использовать β -распределения, параметры которого не представляет особой сложности определить, используя пакеты стандартных статистических программ.

В то же время, особо необходимо рассматривать случай (см. рис.3), когда спасатели выполняют экстремально насыщенную операцию (страховка пострадавшего в сознании перед его спуском вдоль наружной стены многоэтажного здания с помощью спасательной веревки).

В частности, характерной особенностью распределения времени выполнения психологически насыщенных операций (связывание спасательной петли на человеке, который после этого будет эвакуироваться с помощью спасательной веревки вдоль наружной стены) хорошо подготовленным личным составом (норматив выполнения аналогичной операции, распределение времени осуществления которой приведено штриховой линией на рис. 3, у большинства спасателей отрабатывается на хорошую и отличную оценку) является наличие двух вершин (см. сплошную линию на рис. 3).

Анализ полученных результатов показал, что у некоторых испытуемых (порядка 10-20%) нестандартная экстремальная ситуация резко ухудшает результаты выполнения даже хорошо отработанных в ходе подготовки специальных тактических приемов, не говоря уже о тех операциях, порядок выполнения которых придется выбирать самостоятельно, исходя из конкретной обстановки.

В частности, в руководящих документах и методических рекомендациях отсутствуют указания о том, как осуществлять спуск пострадавшего в сознании. Проведенные эксперименты показали, что даже специалисты, которые выступали в роли пострадавших в сознании, выбирали только "спуск пострадавшего в сознании в сопровождении спасателем", выполнение которого не предусмотрено в Наставлении по пожарно-строевой подготовке. При этом некоторые из них предпочитали страховку не с помощью двойной спасательной петли, принятой в пожарной охране, а с помощью спасательной петли, используемой альпинистами. Из этого следует, что необходимо создать систему обучения новым приемам работы, которая должна обеспечить личному составу возможность выбора наилучшего (исходя из конкретной ситуации: психологи-

ческой, тактической и т.д.) варианта решения той или иной вводной.

Проведенные расчеты, основе которых лежало вычисление критерия Колмогорова, показали, что в случае, когда имеет место двухвершинное распределение, с 10%-ным уровнем значимости его можно представить в виде суммы двух независимых распределений

$$f(t) = \begin{cases} \frac{(t - t_{1\min})^{\alpha_1 - 1} \cdot (t_{1\max} - t)^{\beta_1 - 1}}{(t_{1\max} - t_{1\min})^{\alpha_1 + \beta_1 + 1} \cdot B(\alpha_1, \beta_1)} & \text{при } t_{1\min} \leq t < t_{1\max}; \\ \frac{(t - t_{2\min})^{\alpha_2 - 1} \cdot (t_{2\max} - t)^{\beta_2 - 1}}{(t_{2\max} - t_{2\min})^{\alpha_2 + \beta_2 + 1} \cdot B(\alpha_2, \beta_2)} & \text{при } t_{1\max} = t_{2\min} \leq t \leq t_{2\max}; \\ 0 & \text{при } t \leq t_{1\min}, t \geq t_{2\max}. \end{cases} \quad (2)$$

где $\alpha_{1(2)}, \beta_{1(2)}$ - параметры β -распределений, составляющих общее распределение; $B(\alpha_{1(2)}, \beta_{1(2)})$ - соответствующие β -функции Эйлера; $t_{1(2)\min}, t_{1(2)\max}$ - минимальное и максимальное время выполнения соответствующей составляющей общего распределения, с.

Это позволяет считать, что на время выполнения рассматриваемой операции влияет два независимых фактора: подготовленность личного состава и экстремальность ситуации.

Выводы:

- при проведении аварийно-спасательных работ в изолирующих аппаратах на высоте утверждение о том, что положительная скошенность характеризует хороший уровень подготовленности, не относится к операциям, которые выполняются в экстремальных условиях;

- характерной особенностью выполнения психологически насыщенных операций хорошо подготовленным личным составом является двухвершинность распределения соответствующего времени. Такое распределение с 10%-ным уровнем значимости может рассматриваться как сумма двух независимых β -распределений;

- перспективным направлением является использование параметров двухвершинного распределения в процессе профессионального отбора и подготовки спасателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожежна тактика. Підручник / Ключ П.П., Палюх В.Г., Пустовой А.С., Сенчихін Ю.М., Сировой В.В. - Х.: Основа, 1998. – 592 с.
2. В.С. Кузнецов. Учебное пособие по освоению навыков выполнения высотно-верхолазных работ с применением специальной оснастки и страховочных средств. – Симферополь: Таврия, 2004. – 236 с.
3. В.С. Кузнецов. Учебное пособие по освоению навыков выполнения высотно-верхолазных работ в безопорном пространстве с применением специальной оснастки и страховочных средств. – Симферополь: Таврия, 2005. – 384 с.
4. А.И. Гофштейн, А.И. Мартынов. Промальп в ответах на вопросы. – М.: ТВТ Дивизион, 2005. – 112 с.
5. М.І. Адаменко, О.В. Гелета, М.М. Тимошенко. Аварійно-рятувальні та аварійно-відбудовні роботи./ Практичний посібник. – Харків, ВБФ ХДТУБтаА, 2002. – 80 с.
6. Сенчихин Ю.Н. Экспериментальное исследование нетрадиционных пожарно-спасательных средств // Актуальные вопросы философии науки и современных технологий: Вестник ХГУ 388. - Харьков ХГУ, 1997. - с.103-104
7. Голендер В.А., Пустовой А.С., Сенчихин Ю.Н. Тактические и технико-экономические аспекты применения автоподъемников при спасении людей и тушении пожаров // Повышение эффективности строительства: Тез. докл. 48-й науч.-техн. конф. - Харьков: ХИСИ. 1993. - с.198.
8. Стрелец В.М., Ковалев П.А. Алгоритм моделирования деятельности газодымозащитников при работе на высоте.// Актуальні питання філософії науки і сучасні технології. Збірник наукових статей. Вісник Харківського державного університету №388. – Харків, ХДУ, 1997. – С.252-254
9. Аветисян В.Г., Стрелец В.М., Данильченко В.А., Ковалев П.А. Особенности подготовки газодымозащитников для эвакуации людей при пожаре с этажей здания.// Пожарная безопасность-95: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции. – М.: ВНИИПО МВД России, 1995. – С.84-86
10. Стрелец В.М., Ковалев П.А. Особенности представления исходных данных при имитационном моделировании деятельности личного состава пожарной охраны.// Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. – Харьков: ХИПБ, 1997.- с.50-53.