

Kluchka Yu.P., Krivtsova V.I.

**Evaluation of the possibility of damage of cylinders with hydrogen**

Obtained the probability density and distribution function of time before the destruction of tanks with hydrogen in three types: steel, basalt fiber and fiberglass. It is shown that the range of 0 to 25 minutes, the probability of failure of the balloon basalt fiber is less than cylinders made from steel and fiberglass.

**Key words:** Compressed hydrogen tank, the distribution function, probability density, the time

**УДК 331.101**

*Левтеров А.А., канд. техн. наук, вед. науч. сотр., НУГЗУ,  
Стрелец В.М., канд. техн. наук, нач. лаб., НУГЗУ,  
Федцов А.А., преп., НУГЗУ*

**ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА  
К РАБОТЕ СО СПЕЦИАЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

(представлено д-ром хим. наук Калугиным В.Д.)

Получены оценки уровня подготовленности спасателей к выполнению типовых операций, требующих использования специального оборудования, с помощью уравнений в кодированных переменных. Коэффициенты регрессии в кодированных переменных при этом характеризуют вес рассматриваемого фактора.

**Ключевые слова:** подготовка, типовые операции, кодированные переменные

**Постановка проблемы.** В оперативно-спасательных подразделениях служит личный состав разного возраста и, соответственно, разного уровня подготовленности. В то же время программа служебной подготовки [1] имеет типовой характер. Учесть особенности, присущие конкретному пожарному подразделению (срок службы большинства спасателей, используемое ими оборудование и др.), позволяет ее вариативная часть, которая позволяет на 10% отступить от приведенных рекомендаций. Однако для соответствующей корректировки необходимо иметь количественные показатели, которые бы позволили утверждать о том, что занятия в соответствии с измененной программой дадут эффект.

**Анализ последних исследований и публикаций** показал, что в настоящее время основным методом для оценки эффек-

Левтеров А.А., Стрелец В.М., Федцов А.А.

тивности работы с существующим пожарно-технического вооружения являются тестовые испытания [2], в том числе, применительно к рассматриваемой проблеме совершенствования подготовки, контрольные испытания на людях в лабораторных условиях [3]. В основе последних лежит определение работоспособности человека при выполнении дозированной физической нагрузки. Опыт использования такого подхода [4] показал, что его целесообразно использовать преимущественно для количественной сравнительной оценки снаряжения, которое имеет близкие массо-габаритные и защитные характеристики.

Времена выполнения интересующих операций по результатам полигонных испытаний [3] (предполагают корректировку типовых упражнений не только в зависимости от имеющегося оборудования, но и от местных особенностей) могут быть представлены в виде функций распределения [5]. Учитывая то, что для спасателей они достаточно часто имеют несимметричный характер, в [5] было отмечено: уровень подготовленности рассмотренной группы испытуемых можно оценить с помощью показателя скошенности. В то же время, этот способ отличается тем, что если рассматривается операция состоит из нескольких более простых, то ее распределение практически всегда будет нормальным и, соответственно, симметричным.

Если рассматривается непосредственно процесс обучения выполнению типовых операций, то в качестве количественных показателей, которые характеризуют уровень подготовленности к работе с конкретным оборудованием, могут рассматриваться параметры экспоненциального закона [4]. Однако он не применим для оценки эффективности проведения аварийно-спасательных работ в зависимости от условий, при которых работают спасатели.

Применительно к эргономической оценке персонала пунктов управления использовался подход [6], когда зависимость времени выполнения тестового задания от используемых средств поддержки принятия решения представлялась в виде уравнения в кодированных переменных, коэффициенты при которых отражали то, насколько весомым является выбранный набор технических и программных средств. Его простота и эффективность применительно к операторской деятельности позволяет предположить, что он может быть использован и для ситуаций, которые присущи деятельности пожарных.

**Постановка задачи и ее решение.** Исходя из вышеизложенного, была поставлена задача определения возможностей эргономической оценки уровня подготовленности спасателей к работе со специальным оборудованием с помощью соответствующих уравнений в кодированных переменных.

В основу планирования и проведения экспериментальных исследований, в ходе которых на качество выполнения отдельных операций влияют как уровень подготовленности, так и условия, в которых работает личный состав, легло сравнение результатов выполнения типового задания при проведении разведки в помещениях, имеющих сложные конструктивно-планировочные решения, подъеме в окно седьмого этажа по автолестнице, выполнении других типовых операций спасателями, имеющими различный опыт работы и по разному оснащенными.

Имитация работы в помещениях, имеющих сложные конструктивно-планировочные решения, осуществлялась путем проведения разведки в теплодымокамере. Рассматривались три варианта условий, в которых выполнялось задание. Первый - звенья работают в боевой одежде и полном снаряжении. Изолирующие аппараты (ИА) одеты на газодымозащитников, но личный состав в них не включен. Разведка проводится в условиях ограниченной видимости. Второй вариант отличался от первого тем, что личный состав был включен в ИА. При третьем же варианте звено проводило разведку в условиях задымленности.

При рассмотрении подъема в окно четвертого этажа по автолестнице на первом этапе перед личным составом ставилась задача просто подъема. Условия выполнения отличались в зависимости от того, как был снаряжен личный состав. В первом случае поставленная задача выполнялась в боевой одежде. Во втором испытуемые дополнительно были с ИА. В третьем подъем в окно седьмого этажа осуществлялся ими после включения в ИА. Кроме того рассматривались и особенности подъема, связанные с подачей в окно седьмого этажа ствола, а также выполнение других технологических операций, характерных для деятельности личного состава газодымозащитной службы.

По результатам статистической обработки экспериментальных данных были получены коэффициенты регрессии в кодированных переменных. Например, зависимость времени выполнения задания в подвальном помещении от снаряжения газодымозащитника и времени практической подготовки (смотри рис. 1),

описывается следующими уравнениями в кодированных переменных

$$y_1 = 0.3 + 0.11x_1 + 0.42x_2, \quad (1)$$

$$y_3 = 0.26 + 0.02x_1 + 0.19x_2, \quad (2)$$

где  $y_1$  – время выполнения в кодированных переменных личным составом, имеющим опыт практической работы до одного года;  $y_3$  – более трех лет, соответственно; 0.3 (0.26) – свободный член, который характеризует выполнение рассматриваемой операции без специального вооружения и средств индивидуальной защиты;  $x_1$  – переменная, характеризующая наличие ( $x_1=1$ ) или отсутствие ( $x_1=0$ ) постоянной нагрузки, вызванной наличием у личного состава ПТВ и средств индивидуальной защиты;  $x_2$  – переменная, характеризующая выполнение задания в изолирующем аппарате ( $x_2=1$ ) или без него ( $x_2=0$ ).

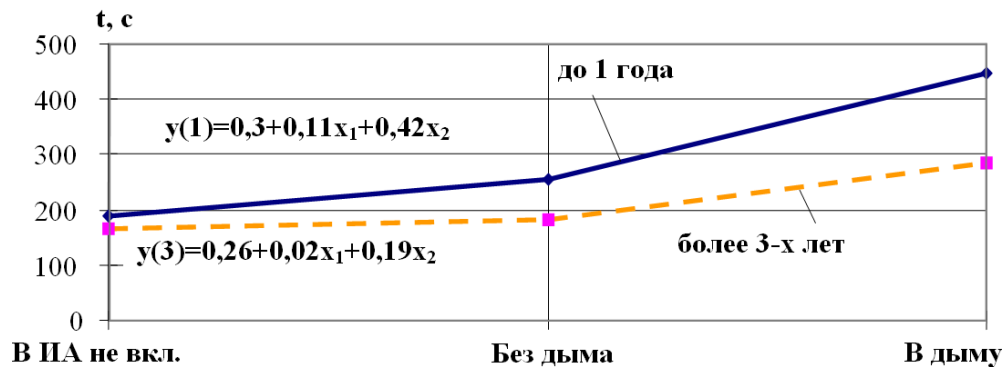


Рис. 1 – Зависимость времени выполнения задания в подвальном помещении от условий

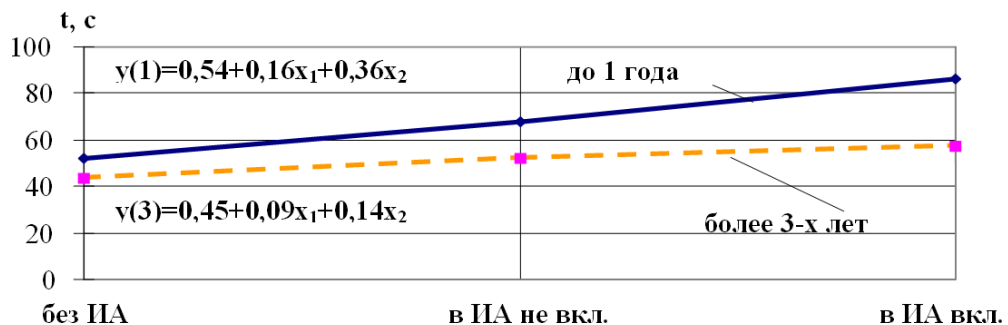
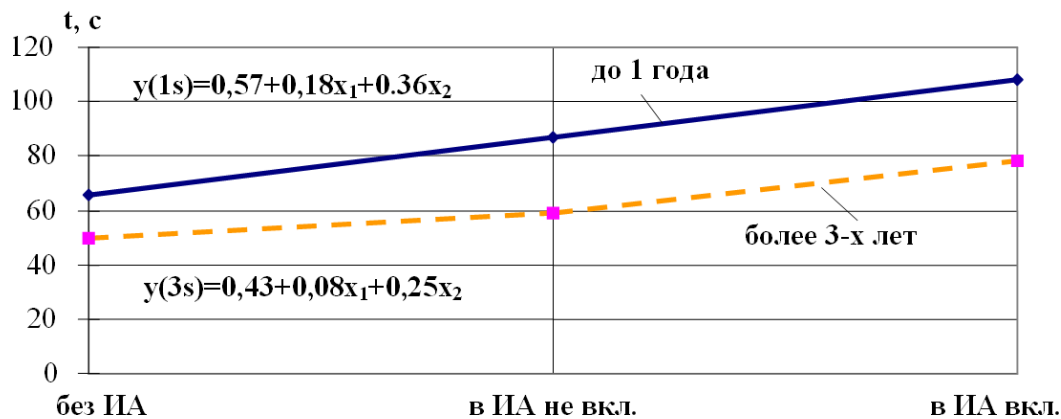


Рис. 2 – Зависимость времени подъема в окно 4-го этажа по автоступнице от оснащения спасателя

Некоторые из других полученных зависимостей приведены также на рисунках 2 и 3.



**Рис. 3 – Зависимость времени подъема в окно 4-го этажа со стволом по автолестнице от оснащения личного состава**

Анализ полученных результатов показывает, что наряду с [7] выносливостью и групповой слаженностью спасателей, способностью ориентироваться в пространстве, наличием координационных качеств на эффективность их работы влияют уровень подготовленности (в рассматриваемом случае отождествляется с опытом практической деятельности) и снаряжение личного состава (см. рис. 1, 2, 3). При этом важно отметить, что в звеньях, составленных из опытного личного состава, разница во времени выполнения задания без включения в ИА и с включением в них (но при выполнении задания без задымления помещений) весьма незначительны ( $\alpha_1 = 0.02$  на рис. 1). Это свидетельствует о том, что, в отличие от неопытного личного состава, само по себе включение в ИА не является психологически насыщенной операцией. Таковой для всего личного состава является выполнение заданий в условиях задымленности. Таким образом, с целью повышения комплексности в проведении занятий со спасателями необходимо предусмотреть создание стационарных установок, позволяющих тренировать личный состав проведению разведки со стволом и прокладыванию рукавных линий в условиях задымления, а также отрабатывать вопросы перекрытия трубопроводов. Кроме этого, целесообразно предусмотреть решение в ходе занятий вводных, связанных с эвакуацией имущества, что также требует соответствующего изменения в техническом оснащении существующих дымокамер.

Аналогичные выводы могут быть сделаны и из анализа работы спасателей на высоте (см. рис. 2). Анализ полученных результатов показал, что для недостаточно подготовленного личного состава значимыми являются как изменение физической (вследствие дополнительного веса, вызванного наличием изолирующего аппарата), так и увеличение психологической нагрузки, вызванное включением в ИА. Для опытных спасателей увеличение психологической нагрузки по этой причине является несущественным и может быть объяснено, в первую очередь, ухудшением обзора. По аналогии с выводами, направленными на совершенствование теплодымокамер, можно рекомендовать усложнение занятий, повысив их комплексность путем совмещения с подъемом на высоту других упражнений по спасательной подготовке.

С целью проверки данного предложения были проведены экспериментальные исследования, отличающиеся от описанных ранее только тем, что поставленная задача выполнялась со стволом. Полученные результаты отражены на рис.3. Их анализ показывает, что повышение комплексности учебных задач является важным элементом в совершенствовании подготовки опытного личного состава.

**Выводы.** Получены значения уровня подготовленности личного состава к выполнению типовых операций, требующих использования специального оборудования, с помощью уравнений в кодированных переменных. Полученные коэффициенты регрессии в кодированных переменных характеризуют вес рассматриваемого фактора (опыт личного состава, условия использования оборудования и т.д.) и могут быть использованы для обоснования соответствующих практических рекомендаций.

Отмечено, что, в отличие от неопытного личного состава, включение в ИА для хорошо подготовленных спасателей не является сложной операцией. Таковой для всего личного состава является выполнение заданий в непригодной для дыхания среде. Показано, что одним из путей совершенствования высотной подготовки является повышение комплексности выполняемых учебных заданий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Настанова з газодимозахисної служби пожежної охорони МВС України: Наказ № 657 МВС України від 2 грудня 1994 р. –

- Офіц. вид. – Київ: ГУПО МВС України, 1994. – 128 с. – (Нормативний документ Міністерства внутрішніх справ України, Настанова)
2. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Автономні резервуарні дихальні апарати зі стисненим повітрям. Вимоги, випробування, маркування (N 137:1993, ITD): ДСТУ EN 137:2002. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 65 с. – (Національний стандарт України)
  3. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты : ГОСТ 12.4.061:88 – М.: Издательство стандартов, 1988. – 15 с. – (Государственный стандарт)
  4. Васильев М.В. Вдосконалення порівняльної оцінки апаратів на стисненому повітрі / М.В. Васильев, П.А. Ковальов, В.М. Стрелець // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків, 2009. – № 10. – С.91–98.
  5. Бородич П.Ю. Анализ типовых операций, обеспечивающих функционирование эргатической системы «спасатель – чрезвычайная ситуация в метрополитене – средства ее ликвидации и защиты»/ П.Ю. Бородич, В.М. Стрелец // Восточно-Европейский журнал передовых технологий: Научный журнал. – 2008. – № 2/4 (32). – С.33–35.
  6. Стрелец В.М. Использование деловой игры на базе ЭВМ для подготовки персонала диспетчерских пунктов / В.М. Стрелец // Сборник научных трудов “Социально-психологические методы практической работы в коллективе: диагностика и воздействие” – М., ИП АН СССР, 1990. – С.186–194.
  7. Стрелец В.М. Экспертная оценка профессионально-важных качеств пожарного / В.М. Стрелец, Д.Ю. Каскевич // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков, 1999. – № 6. – С.154–158.

Левтеров О.А., Стрелець В.М., Федцов А.А.

**Оцінка рівня підготовленості особового складу до роботи з пожежно-технічним озброєнням**

Отримані оцінки рівня підготовленості особового складу до виконання типових операцій, які вимагають використання спеціального обладнання, за допомогою рівнянь в кодованих перемінних. Оцінки коефіцієнтів регресії в кодованих перемінних при цьому характеризують вагу розглянутого фактору.

**Ключові слова:** підготовка, типові операції, кодовані перемінні

Levterov A.A., Strelec V.M., Fedcov A.A.

### **Evaluation of the level of preparedness of personnel to work with the fire-technical equipment**

The possibility of an assessment of the level of preparedness of personnel to perform common operations that require the use of fire-technical equipment, using the equations in the coded variables. Estimates of regression coefficients in the coded variables in this case characterized by a weight factor under consideration.

**Key words:** training, model operation, coded variables

**УДК 351.861**

*Мищенко И.В., канд. техн. наук, доц., НУГЗУ,  
Чернобай Г.А., канд. техн. наук, доц., НУГЗУ,  
Колосков В.Ю., канд. техн. наук, доц., НАКУ «ХАИ»*

### **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ ШИРОКОПОЛОСНОМ ВНЕШЕМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

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

Рассматривается задача определения показателей надежности элементов конструкций с учетом внешнего случайного широкополосного воздействия с целью предотвращения аварийных ситуаций на объектах повышенной опасности

**Ключевые слова:** надежность, накопление повреждений, усталость, широкополосное воздействие

**Постановка проблемы.** При внешнем случайном воздействии в различных элементах конструкции происходит накопление усталостных повреждений, что приводит к возникновению трещин, дальнейшему их развитию и последующему разрушению или отказу. При решении большинства задач надежности вполне обоснованно можно представить параметры напряженно-деформированного состояния (НДС) в виде узкополосного квазигармонического процесса. Однако в случае широкополосного внешнего воздействия такой подход не всегда является корректным, что требует учета указанного фактора при анализе процесса нако-