

УДК 331.101

В.М. Стрілець

Національний університет цивільного захисту України, Харків

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДІЯЛЬНОСТІ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ НА ВИСОТІ

Показано, що організація професійної діяльності газодимозахисників вимагає того, щоб обов'язково було враховано, що на час виконання операцій, пов'язаних з проведенням аварійно-рятувальних робіт на висоті, впливають не тільки рівень підготовленості, але й екстремальність ситуацій, пов'язаних, в першу чергу з рятуванням живих людей. Аналіз часу виконання основних операцій в ізолюючих апаратах показав, що вони можуть бути описаними за допомогою β -розподілу. За величиною скошеності розподілу часу виконання типових операцій можна судити про рівень підготовленості рятувальників.

Ключові слова: газодимозахисник, операція, час виконання, β -розподіл, скошеність.

Вступ

Постановка проблеми. Діяльність особового складу газодимозахисної служби (ГДЗС) ДСНС України є однією з найбільш складних та напружених, оскільки саме газодимозахисники безпосередньо виконують основні види бойової роботи (рятування людей, проведення розвідки, ліквідацію надзвичайних ситуацій, евакуацію найбільш дорогоцінного майна...) в непридатному для дихання середовищі. При цьому, на небезпеку для газодимозахисників впливають не тільки зовнішні фактори надзвичайної ситуації, але й автономні ізолюючі апарати, які вони використовують.

Аналіз останніх досягнень та публікацій показав, що найчастіше відбуваються дослідження того, як характеристики рятувальника, що є пов'язаними з мотивацією людини [7, 8] або з її здатністю до ризику в найбільш небезпечних, екстремальних умовах [9], впливають на його діяльність. При цьому не враховувалось, що робота в ізолюючих апаратах вже сама по собі є небезпечною.

З іншого боку в [1 – 3] аналізуються характеристики виконання типових операцій в ізолюючих апаратах без визначення тих особливостей, які є пов'язаними не тільки з роботою в непридатному для дихання середовищі. Достатньо ефективним для визначення практичних рекомендацій тут є підхід, в основі якого лежить аналіз розподілу часу виконання типових операцій [3]. Проте, в [4 – 6] відмічена необхідність враховувати фактори, які пов'язані з необхідністю концентрації уваги, швидкості та правильності прийняття рішення рятувальниками за умов дефіциту часу та інформації, емоціями негативного характеру, тощо.

Для того, щоб усунути ці недоліки в [10] були розкриті закономірності роботи рятувальників в ізолюючих апаратах, але там аналізувались результати роботи газодимозахисників під час рятування людей та гасіння пожеж в підвальних та цокольних примі-

щеннях. В той же час особовий склад знаходиться в ізолюючих апаратах і під час проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж багатопверхових споруд, у тому разі коли працює ззовні будівлі.

Постановка завдання. Виходячи з вищевикладеного для визначення закономірностей діяльності газодимозахисників на висоті необхідно отримати та проаналізувати розподіли часових характеристик виконання операцій, які є характерними для такого виду діяльності рятувальників.

Виклад основного матеріалу

Для розв'язання поставленого завдання було проведено експериментальні дослідження, які відбувались з урахуванням функціонально-цільової інформації $C_{\text{фм}}^{\text{mi}}(2)$ [11], яка визначала умови надзвичайної ситуації: пожежа охопила чотириповерхову будівлю, шляхи підйому на поверх по маршовим сходам відрізані вогнем. У зв'язку з останньою умовою ланка рухається у вікно четвертого поверху по штурмовим драбинам, підвішеним "ланцюгом". Перед особовим складом ставиться завдання: здійснити пошук та евакуацію постраждалих з четвертого поверху. Особовий склад працює в регенеративних дихальних апаратах (РДА). При такій послідовності вирішення поставленого завдання обмеження, пов'язані з використанням чотирьохповерхової будівлі (а це було викликано наявними можливостями), істотно послаблюються, а отримані пропозиції можуть використовуватися і для підготовки ланок ГДЗС до робіт на поверхах, до яких не дістають існуючі автотрабини. Тобто, можна вважати, що характер, аналогічний імітованому, матимуть і роботи газодимозахисників по евакуації постраждалих в дванадцятиповерхових будівлях (характерні для сучасних житлових забудов).

Вихідне положення: ланка вишукувалась біля автомобіля ГДЗС, командир і два газодимозахисники в РДА, постовий на посту безпеки без РДА, за-

соби зв'язку, страховки, спеціальне технічне озброєння складене біля автомобіля ГДЗС.

Рішення ввідної являє собою послідовне виконання наступних етапів:

- ✓ підготовка ланки до роботи (етап 1);
- ✓ підйом по штурмовій драбині у вікно четвертого поверху (етап 2);
- ✓ страховка потерпілого у свідомості (етап 3);
- ✓ спуск потерпілого у свідомості зі страховкою (етап 4);
- ✓ відшукування потерпілого в умовах повної невидимості:
 - ✓ без зчіпки (етап 5.1);
 - ✓ зі зчіпкою (етап 5.2);
 - ✓ страховка потерпілого без свідомості (етап 6);
 - ✓ спуск потерпілого без свідомості (етап 7);
 - ✓ спуск ланки з прибиранням драбин (етап 8).

При підготовці ланки до роботи по команді командира ланки вона екіпується засобами зв'язку (переносною радіостанцією), освітлення (ліхтарем), страховки (карабінами та зв'язками), спеціальним озброєнням. Командир ланки призначає постового на посту безпеки і вказує його місце розташування. Після чого особисто керує проведенням бойової перевірки (після команди: "Апарати перевірити!") РДА підлеглими і контролює правильність включення їх в апарат (після команди: "В апарати включено!"), перевіряє тиск кисню в балоні перед входом і якість радіозв'язку з постовим на посту безпеки.

На другому етапі (підйому на 4 поверх) ланка здійснює підйом з використанням штурмових драбин, підвішених "ланцюгом". Після досягнення останніми газодимозахисників 4-го поверху переходить до наступного етапу – страховці потерпілого у свідомості. При цьому по команді командира ланки один із газодимозахисників здійснює страховку потерпілого у свідомості одним з обраних способів.

На наступному етапі газодимозахисник, який здійснив страховку потерпілого, з приєднаною за карабін рятувальною мотузкою за командою командира ланки спускає по штурмовій драбині потерпілого у свідомості, підтримуючи його за ноги. Після спуску потерпілого у свідомості командир приймає рішення на проведення розвідки ланкою в складі двох чоловік і погоджує по засобам зв'язку свої дії з постовим на посту безпеки. Для імітації умов повної невидимості окуляри шолом-масок в особового складу заклеюються. Ланка, просуваючись по поверху, відшукує манекен і підтаскує його до вікна. Після цього на манекені в'яжеться подвійна рятувальна петля і він уздовж зовнішньої стіни спускається на землю. Заключний етап включає спуск ланки з прибиранням штурмових драбин.

В експериментальних дослідженнях приймали участь 24 ланки ГДЗС. Результати їх статистичної обробки наведені в табл. 1. Крім цього, в стовпці 3' наведені результати страховки манекена під час практичних занять в умовах доброї видимості.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень роботи газодимозахисників на висоті

Показник	Етап									
	1	2	3	3'	4	5.1	5.2	6	7	8
\bar{t}, c	278,3	367,0	130,6	23,99	151,7	18,71	37,08	172,7	90,21	260,2
σc	55,97	48,41	29,44	9,90	34,72	5,77	12,38	41,02	34,53	56,83
Sk	-0,52	0,36	0,50	0,94	-0,86	-0,05	-0,78	-0,46	0,59	-0,79
Ex	-0,46	-0,40	-0,60	0,04	0,79	0,96	1,31	-0,33	-0,59	-0,03
Min	155,0	285,0	85,00	12,10	65,00	7,50	9,50	80,00	40,00	140,0
Max	360,0	470,0	195,0	47,50	210,0	30,0	57,0	235,0	160,0	345,0
α	2,508	2,000		2,000	2,875	2,822	2,906	1,208	2,000	2,426
β	2,000	3,095		6,269	2,000	3,143	2,229	1,000	3,915	2,000

Аналіз отриманих результатів показав, що серед тих операцій, на скорочення часу виконання яких необхідно приділити особливу увагу, особливе місце займає підготовка ланки до роботи.

Розподіл часу виконання цієї операції

$$F(t_1) = 155 + 205 \cdot \beta(x_1; 2,508; 2,000) \quad (1)$$

в ході експериментів з дослідження особливостей

роботи газодимозахисників на висоті (див. рис. 1) був дуже великим (від двох з половиною до шести хвилин), а сама операція, при всій її передбачуваній другорядності, займала до 20% тривалості вирішення всього завдання в цілому. Причиною негативної скошеності розподілу може бути те, що заняття з роботою газодимозахисників на висоті проводяться нерегулярно.

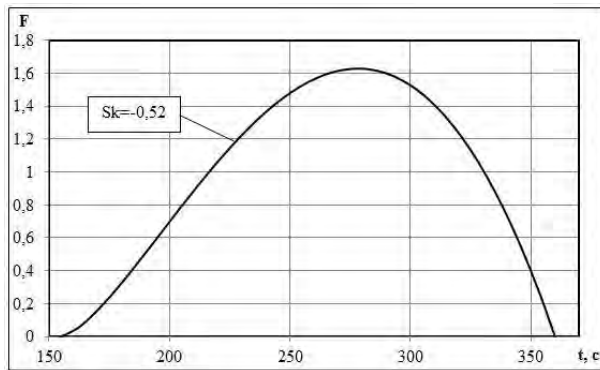


Рис. 1. Розподіл часу підготовки ланки ГДЗС до проведення рятувальних робіт на висоті

Порівняння (рис. 2) розподілів підйому ланки у вікно четвертого поверху

$$\beta(x_2; 2,000; 3,095) = \frac{1}{B(x_2; 2,000; 3,095)} \cdot \int_0^{x_2} y^{1,000} \cdot (1-y)^{2,095} dy \quad (2)$$

та часу виконання операції (спус ланки з прибиранням драбин), яка закінчувала процес, що розглядався,

$$\beta(x_8; 2,426; 2,000) = \frac{1}{B(x_8; 2,426; 2,000)} \cdot \int_0^{x_8} y^{1,426} \cdot (1-y)^{1,000} dy \quad (3)$$

показало: у випадку (2) скошеність була позитивною (це свідчить про те, що досліджувані були в цілому координованими, сильними та професійно підготовленими), а у випадку (3) – негативною.

Враховуючи це, можна зробити висновок про те, що необхідно приділити особливу увагу вдосконаленню витривалості рятувальників.

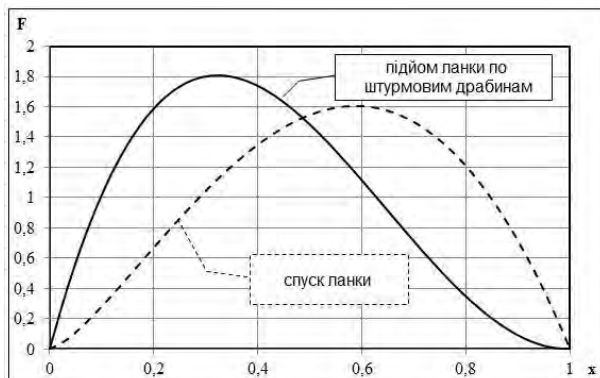


Рис. 2. Розподіл часу (в кодіваних перемінних) підйому (спуску) ланки ГДЗС

Порівняння розподілу часу спуску потерпілого у тямі (в ролі останнього виступала жива людина)

$$\beta(x_4; 2,875; 2,000) = \frac{1}{B(x_4; 2,875; 2,000)} \cdot \int_0^{x_4} y^{1,875} \cdot (1-y)^{1,000} dy \quad (4)$$

з розподілом часу спуску манекену.

$$\beta(x_7; 2,000; 3,915) = \frac{1}{B(x_7; 2,000; 3,915)} \cdot \int_0^{x_7} y^{1,000} \cdot (1-y)^{2,915} dy \quad (5)$$

підтвердило (рис. 3), що виконання важкої відповідальної (пов'язаної з життям іншої людини) операції характеризується негативною скошеністю, не дивлячись на те, що досліджувані до її виконання були підготовлені добре, про що свідчить позитивна скошеність евакуації з четвертого поверху манекену.

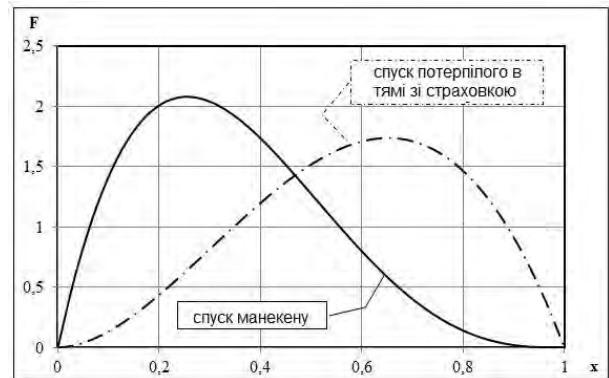


Рис. 3. Розподіл часу (в кодіваних перемінних) спуску потерпілого ланкою ГДЗС

Аналіз особливостей страховки потерпілих (рис. 4, 5) показав, що, незважаючи на гарне виконання особовим складом цієї операції в нормальних умовах, свідченням чого є явно виражена позитивна скошеність ($Sk_3 = 0.94$) розподілу часу страховки газодимозахисників, які працюють без зчіпки, манекена в умовах повної видимості

$$\beta(x_3; 2,000; 6,269) = \frac{1}{B(x_3; 2,000; 6,269)} \cdot \int_0^{x_3} y^{1,000} \cdot (1-y)^{5,269} dy \quad (6)$$

існуючі на пожежі зовнішні фактори, які пов'язані як з обмеженням видимості, так і з особливостями взаємодії особового складу, що працює в зчіпці, приводять не тільки до суттєвого збільшення часу виконання такої операції ($\bar{t}_3 = 23,99 \text{ c} \ll \bar{t}_6 = 172,71 \text{ c}$), але й до негативної скошеності розподілу

$$\beta(x_6; 1,208; 1,001) = \frac{1}{B(x_6; 1,208; 1,001)} \cdot \int_0^{x_6} y^{0,208} \cdot (1-y)^{0,001} dy \quad (7)$$

У той же час, окремо необхідно розглядати випадок (рис. 5), коли рятувальники виконували екстремально-насичену операцію (страховку потерпілого у свідомості перед його спуском уздовж зовнішньої стіни багатопверхового будинку за допомогою рятувальної мотузки).

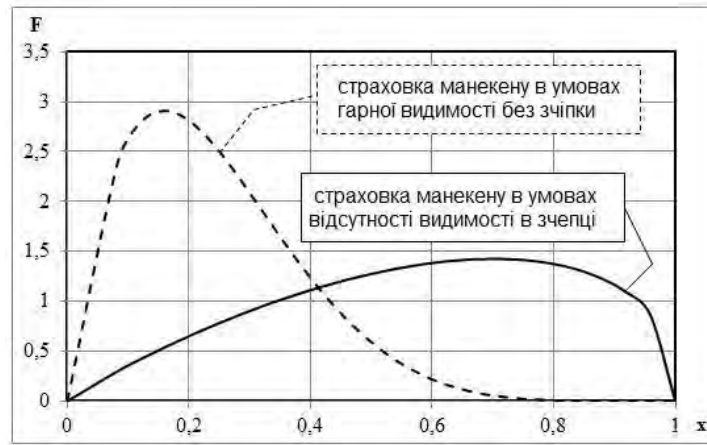


Рис. 4. Розподіл часу(в коданих перемінних) потерпілого без тям (манекену) ланкою ГДЗС

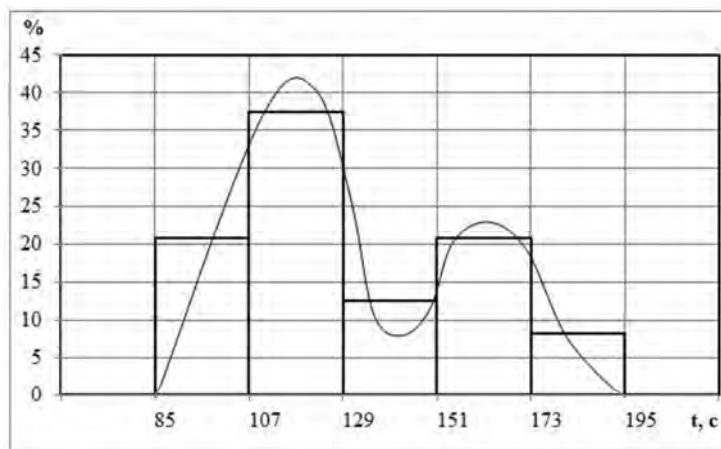


Рис. 5. Гістограма розподілу часу страховки потерпілого у свідомості добре підготовленим особовим складом перед спуском уздовж зовнішньої стіни багатоповерхового будинку

Зокрема, як і у випадку винесення потерпілого у свідомості із задимленого приміщення [10], характерною особливістю розподілу часу виконання психологічно насичених операцій (зв'язування рятувальної петлі на людину, яка після цього буде евакуюватися за допомогою рятувальної мотузки вздовж зовнішньої стіни) добре підготовленим особовим складом (норматив виконання аналогічної операції на манекені в умовах хорошої видимості більшість піддослідних відпрацювало на відмінну і хорошу оцінку) є наявність двох вершин.

Аналіз отриманих результатів показує, що у деяких піддослідних (близько 10 – 20%) нестандартна екстремальна ситуація різко погіршує результати виконання навіть добре відпрацьованих в процесі підготовки спеціальних тактичних прийомів, не кажучи вже про ті операції, порядок виконання яких доведеться вибирати самостійно, виходячи з конкретної обстановки.

Висновки

– розподіли часів виконання операцій, які характеризуються здійсненням простих однотипних дій, мають скошений характер і можуть бути описаними за допомогою β -розподілів, які мають параметри, що відображають позитивну скошеність в разі доброї підготовленості рятувальників, і негативну – у разі недостатньої;

– за величиною скошеності розподілу часу виконання типових операцій можна судити про рівень підготовленості рятувальників. Чим більше позитивне значення аналізованого показника при оцінці часу виконання, тим більша кількість рятувальників виконує розглянуту бойову операцію з результатами, близькими до найкращих. Це свідчить про те, що подальша підготовка не дасть істотного поліпшення результатів. І навпаки, чим більше модуль цього показника для розподілів з не-

гатиною скошеної (при оцінці тривалості виконання), тим істотніше будуть поліпшуватися результати після тренування;

– на характер розподілу часу дуже сильно впливає психологічний фактор, який, в першу чергу, є пов'язаним з побоюванням газодимозахисників нанести травму живій людині (потерпілому). У разі страховки потерпілого у свідомості перед його спуском уздовж зовнішньої стіни багатоповерхового будинку за допомогою рятувальної мотузки майже у 20% газодимозахисників нестандартна екстремальна ситуація різко погіршила результати виконання цієї операції, до якої вони, коли працюють без екстремального навантаження, підготовлені добре.

Напрямок подальших досліджень. Доцільно дослідити особливості проведення конкретного варіанту аварійно-рятувальних робіт в непридатному для дихання середовищі за допомогою імітаційного моделювання.

Список літератури

1. Марьин М. Психологические и социальные проблемы работы пожарных / М. Марьин, С. Ловган // Пожарное дело. – 1994. – №3. – С. 44-47.
2. Самонов А.П. Психологическая подготовка пожарных / А.П. Самонов. – М.: Стройиздат, 1987. – 167 с.
3. Дутов В.И. Психофизиологические и гигиенические аспекты деятельности человека при пожаре / В.И. Дутов, И.Г. Чурсин – М.: Стройиздат, 1993. – 231 с.
4. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ / Н.С. Диденко – М.: Недра, 1984. – 296 с.
5. Грачев В.А. Управление профессиональной подготовкой пожарных на основе исследования закономерностей их физической работоспособности: автореф.

дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: 05.01.04 «Эргономика» / В.А. Грачев – М., 2001. – 20 с.

6. Стрелец В.М. Особенности выполнения типовых операций, обеспечивающих проведение аварийно-спасательных работ на станциях метрополитена / В.М. Стрелец, П.Ю. Бородич, С.С. Беридзе // Проблемы надзвичайних ситуацій. – 2008. – №7. – С. 124-131.

7. Медведев В.И. Психологические реакции человека в экстремальных условиях / В.И. Медведев – М.: Наука, 1981. – 625 с.

8. Дутов В.И. Основные аспекты психофизиологического отбора в эмоциональной напряженности у людей на пожаре / В.И. Дутов // Безопасность людей при пожарах: Сборник научных трудов. – М.: Стройиздат, 1994. – С. 41-45.

9. Системный подход в инженерной психологии и психологии труда: [сб. статей Рос. акад. наук, Инст. психологии / отв. ред. Бодров В.А. и Венда В.Ф.]. – М.: Наука, 1992. – 156 с.

10. Бородич П.Ю. Визначення особливостей роботи рятувальників в ізолюючих протигазах / П.Ю. Бородич, П.А. Ковальов, С.В. Росоха, В.М. Стрелець // Проблеми надзвичайних ситуацій – X.: Фоліо, 2011 – № 13. – С. 47-57.

11. Стрелец В.М. Функционально-целевая причинно-следственная модель эргономической оценки / В.М. Стрелец // Системы обработки информации. – 2001. – Вып. 2 (12). – С. 48-51.

Надійшла до редколегії 23.04.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Росоха, Національний університет цивільного захисту України, Харків.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ НА ВЫСОТЕ

В.М. Стрелец

Показано, что организация профессиональной деятельности газодымозащитников требует того, чтобы обязательно было учтено, что на время выполнения операций, связанных с проведением аварийно-спасательных работ на высоте, влияют не только уровень подготовленности, но и экстремальность ситуаций, связанная, в первую очередь со спасением живых людей. Анализ времени выполнения основных операций в изолирующих аппаратах показал, что они могут быть описанными с помощью β -распределения. По величине скошенности распределения времени выполнения типовых операций можно судить об уровне подготовленности спасателей.

Ключевые слова: газодымозащитников, операция, время выполнения, β -распределение, скошенность.

DETERMINING REGULARITIES OF ACTIVITY OF RESCUERS WORKING IN BREATHING APPARATUS AT A HEIGHT

V.M. Strelec

It is shown that the organization of professional activities rescue of activities in breathing apparatus requires that necessarily take into account that the duration of the operations associated with carrying out rescue work at height, affect not only the level of preparedness, but also extreme situations associated primarily with the salvation of the living humans. Analysis of time to perform basic operations in isolating devices showed that they can be described by a β -distribution. Largest skewness timing performance of typical operations can judge the level of preparedness of the rescuers.

Keywords: rescue of activities in breathing apparatus, operation, run time, β -distribution, skewness.