

*Бородич П.Ю., канд. техн. наук, викл., НУЦЗУ,
Ковальов П.А., канд. техн. наук, заст. нач. каф., НУЦЗУ,
Росоха С.В., д-р техн. наук, нач. фак., НУЦЗУ,
Стрілець В.М., канд. техн. наук, нач. лаб., НУЦЗУ*

ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ РЯТУВАЛЬНИКІВ В ІЗОЛЮЮЧИХ ПРОТИГАЗАХ (представлено д-ром техн. наук Яковлевою Р.А.)

Показано, що організація професійної діяльності газодимозахисників вимагає того, щоб обов'язково було враховано, що рівень підготовленості особового складу ГДЗС та екстремальність ситуації впливають на час виконання операцій, пов'язаних з рятуванням живих людей, фактично незалежно. При цьому нестандартна екстремальна ситуація різко не тільки погіршує результати виконання навіть добре відпрацьованих у ході підготовки спеціальних тактичних прийомів, але й призводить до суттєвого збільшення витрат повітря при роботі в апаратах на стисненому повітрі.

Ключові слова: газодимозахисник, екстремальна ситуація, рятування, операція, розподіл часу виконання

Постановка проблеми. Діяльність особового складу газодимозахисної служби (ГДЗС) МНС 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 досліджень та публікацій показав, що є два основних напрямки, за якими відбувається дослідження роботи особового складу ГДЗС. По-перше, це дослідження [1,2,3] характеристик 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 опе-

рацій [3]. Проте, в [4,5,6] 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.

По-друге, це 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.

Постановка завдання та його вирішення. Виходячи з вищевикладеного для визначення особливостей роботи особового складу пожежно-рятувальних підрозділів МНС в ізолюючих апаратах під час проведення аварійно-рятувальних робіт були проаналізовані розподіли часових характеристик виконання операцій, які є характерними для екстремальної діяльності газодимозахисників.

У якості останніх було розглянуто роботу на висоті, в приміщеннях підвальних та цокольних поверхів, а також під час проведення аварійно-рятувальних робіт на станціях метрополітену (АРР СМ).

Найбільш точні закономірності могли б бути отримані за результатами статистичної оцінки конкретних випадків проведення рятувальних робіт. Проте, такий підхід дасть недостовірні результати у зв'язку з обмеженою вибіркою й труднощами виділення для аналізу окремих операцій безпосередньо в ході бойової роботи. Використовувати ж повномасштабні тренажери, такі, як, наприклад, у США [10], найближчим часом не буде можливим, оскільки він обійшовся міській владі Нью-Йорку більш ніж у 8 мільйонів доларів.

Тому нами використовувались такі способи фізичного моделювання як тактико-спеціальні навчання (ТСН), рішення тактичних завдань і виконання окремих операцій особовим складом оперативно-рятувальної служби. За рахунок того, що досить часто газодимозахисники виконують однотипні операції в схожих умовах, оцінка результатів виконання окремих операцій на ТСН й під час практичних занять у ході рішення тактичного завдання є інформативною.

У якості типових операцій, які виконуються газодимозахисниками на висоті, були обрані операції, які здійснює ланка ГДЗС у випадку порятунку потерпілих з вікна четвертого поверху, коли

шляхи підйому на відповідний поверх по маршовим драбинам є відрізаними вогнем.

У зв'язку з останньою умовою ланка рухалась у вікно четвертого поверху по штурмовим драбинам, які підвішувались «ланцюгом». Особовий склад працював в ізолюючих апаратах. Перед особовим складом було поставлене завдання: провести відшукання та евакуацію постраждалих з четвертого поверху. При такій послідовності вирішення поставленого завдання обмеження, пов'язані з використанням чотирьох поверхової будівлі, істотно послаблюються, а отримані пропозиції можуть використовуватися і для підготовки ланок ГДЗС до робіт на поверхах, до яких не дістають існуючі автодрабини.

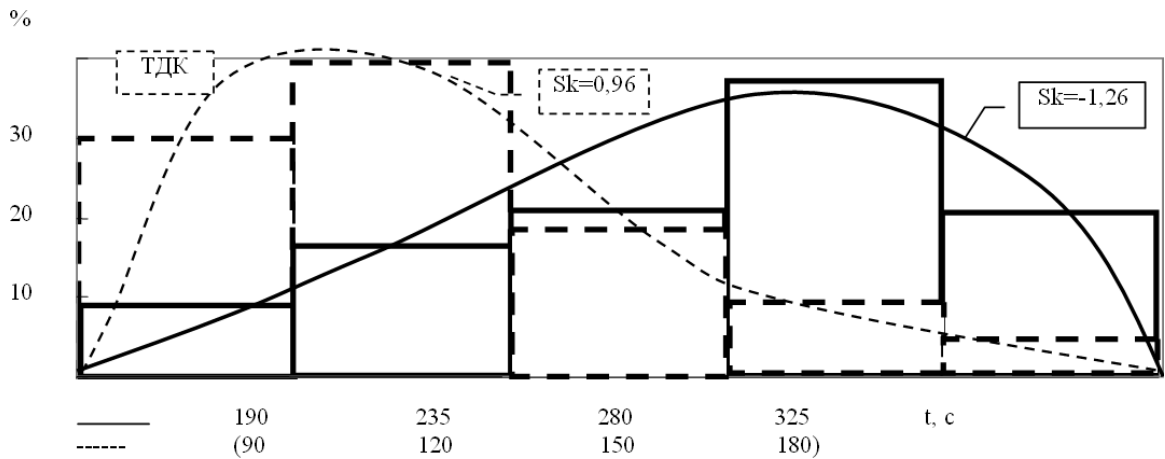


Рис. 1 – Розподіл часу підготовки ланки

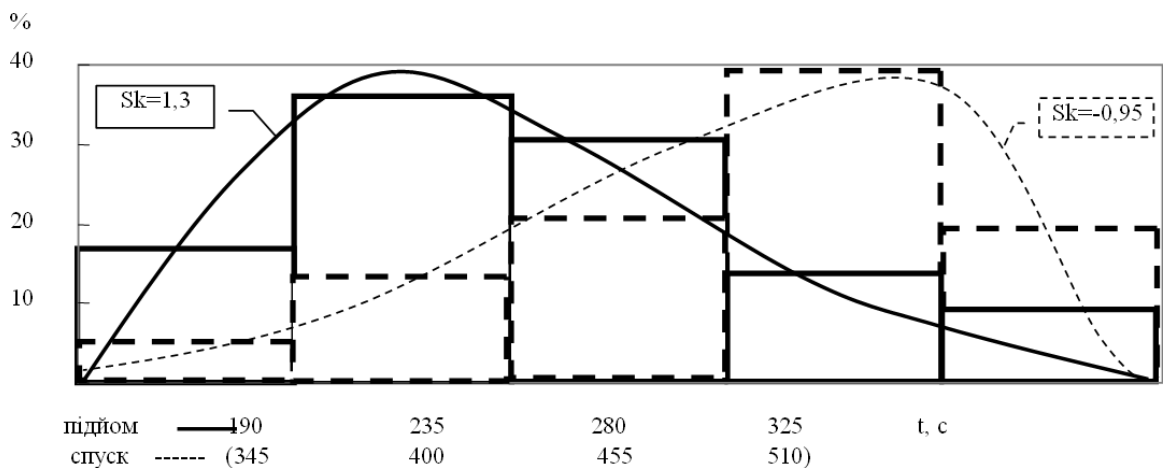


Рис. 2 – Розподіл часу підйому (спуску) ланки

Отримані експериментальні дані були оброблені за допомогою стандартних статистичних методів. Деякі з отриманих результатів визначення особливостей роботи рятувальників в ізолюючих протигазах

татів в узагальненому вигляді наведені на рисунках 1 ÷ 3. Аналіз отриманих результатів показав, що, як правило (виключення становив випадок, наведений на рис.3), розподіл часу виконання характеризується наявністю однієї вершини та скошеністю. За величиною показника останнього

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

(де n - число незалежних дослідів, x_{ji} - результат i -го вимірювання j -го параметру, \bar{x}_j , G_j - відповідно оцінка його математичного очікування та середньоквадратичного відхилення) можна судити про рівень підготовленості особового складу пожежно-рятувальних підрозділів, виходячи з того, що розподіл часу виконання операцій, до виконання яких рятувальники підготовлені добре, має позитивну скошеність, а до виконання яких недостатньо - негативну [10].

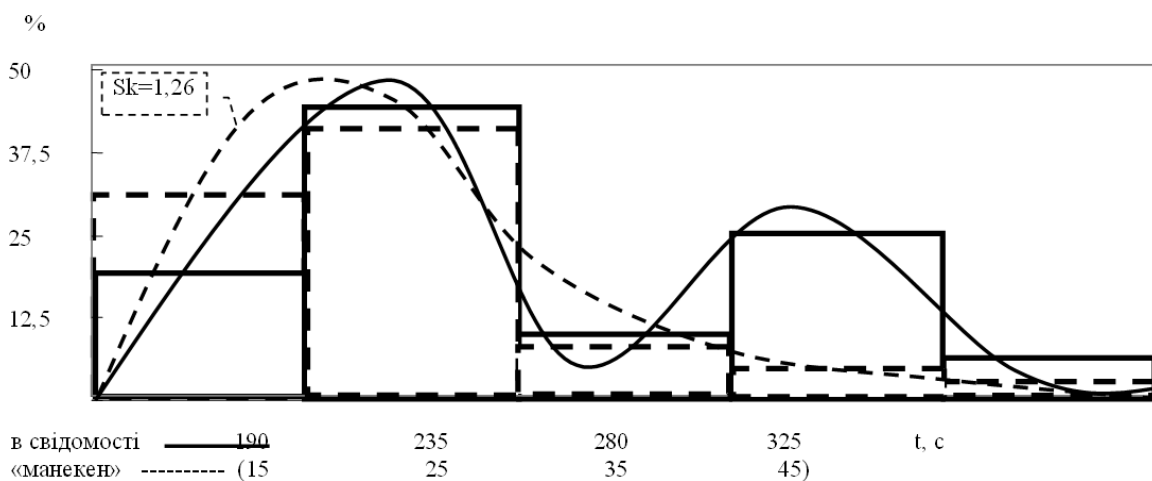


Рис. 3 – Розподіл часу страховки потерпілого

Відмічено, що серед тих операцій, на скорочення часу яких необхідно звернути особливу увагу, слід виділити підготовку ланки до роботи (оснащення її засобами страховки та рятування потерпілих, зв'язку, спеціальним озброєнням, виконання бойової перевірки та ін.). Розкид часу виконання цієї операції в ході експериментів по дослідженню особливостей роботи на висоті (див. суцільну лінію на рис. 1) був дуже великим (від трьох до семи з половиною хвилин), а сама операція, при всій її удаваній другоряд-

ності, займала до 20% тривалості рішення всього завдання в цілому. У той же час, коли особовий склад добре знає всі свої дії, пов'язані з підготовкою до роботи (підготовка ланки ГДЗС до роботи в теплодимоканалі), основна увага може бути приділена іншими операціями. Експерименти, у тому разі коли розглядалась робота в підвальних приміщеннях та в метрополітені, показали, що необхідно підвищити увагу підготовці постового на посту безпеки, розширенню його обов'язків на початковому етапі роботи ланки.

Порівняння розподілів часу підйому ланки у вікно четвертого поверху (див. суцільну лінію на рис.2) і часу виконання завершальної операції розглянутого процесу (спуску з прибиранням драбин) (див. штрихових лінію на рис.2) показало: у першому випадку скошеність розподілу була позитивною (це свідчить про те, що кожний, хто брав участь в експерименті, був досить координуваним, сильними і професійно підготовленим), а в другому - негативною. З огляду на це, можна зробити висновок про необхідність звернути особливу увагу на вдосконалення витривалості рятувальників.

У той же час, окремо необхідно розглядати випадок (див. рис.3), коли рятувальники виконували екстремально-насичену операцію (страховка потерпілого у свідомості перед його спуском уздовж зовнішньої стіни багатоповерхового будинку за допомогою рятувальної мотузки).

Зокрема, характерною особливістю розподілу часу виконання психологічно насичених операцій (зв'язування рятувальної петлі на людині, яка після цього буде евакуйовуватися за допомогою рятувальної мотузки вздовж зовнішньої стіни) добре підготовленим особовим складом (норматив виконання аналогічної операції, розподіл часу здійснення якої наведено штриховою лінією на рис.3, більшістю рятувальників відпрацьовується на добру й відмінну оцінку) є наявність двох вершин (див. суцільну лінію на рис.3). Аналіз отриманих результатів показав, що у деяких піддослідних (близько 10-20%) нестандартна екстремальна ситуація різко погіршує результати виконання навіть добре відпрацьованих у ході підготовки спеціальних тактичних прийомів, не кажучи вже про ті операції, порядок виконання яких доведеться обирати самостійно, виходячи з конкретної обстановки.

Аналогічна ситуація мала місце і в тому випадку, коли ми розглядали роботу газодимозахисників в підвальних та цокольних поверхах будівель. Для імітації умов, характерних для роботи осо-

бового складу ГДЗС, використовувалася гарнізонна теплодимомкамера, яка складається з ділянок, що дозволяють моделювати діяльність газодимозахисників. За допомогою димової шашки забезпечувалась висока концентрація диму і, відповідно, обмежена видимість. Через динаміки відтворювався шум, властивий пожежі (обвалення конструкцій, крики потерпілих і тому подібне).

За умов ввідної пожежа охопила приміщення в підвалі будинку. Перед особовим складом стояла задача провести розвідку та після виявлення в одному з приміщень потерпілого, роль якого виконував манекен, винести його на свіже повітря. Залежно від вказівок керівника експерименту виносився як безпосередньо манекен, так і один з членів ланки. Отримані експериментальні результати показав, що в цьому випадку першочергового тренування вимагають операції, які вимагають доброї здатності орієнтуватись в просторі. Як і під час розгляду роботи газодимозахисників на висоті, із загальної сукупності розподілів виділявся розподіл часу виконання психологічно насиченої операції виносу «потерпілого в свідомості» по лабіринту (дивись суцільну лінію на рис.4). Видно, що і в цьому випадку у деяких бійців (порядку 10 %) нестандартна екстремальна ситуація різко погіршує результати виконання операцій, до яких вони, коли працюють без екстремального навантаження, підготовлені добре.

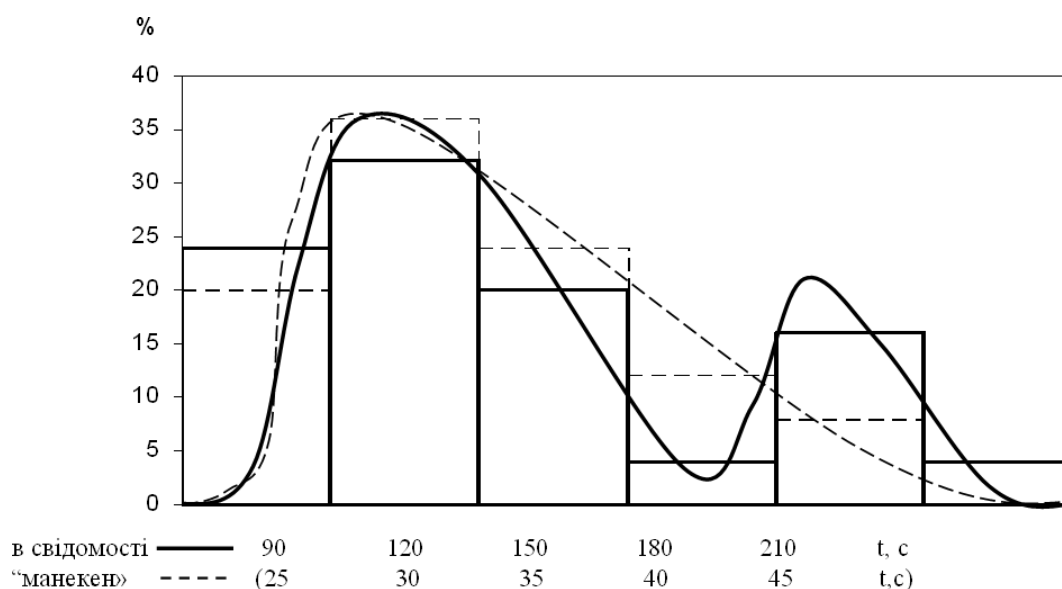


Рис. 4 – Розподіл часу виносу потерпілого

Проведені розрахунки, в основі яких лежало обчислення критерію Колмогорова, показали, що у тому разі, коли має місце дво-

поверховий розподіл, з 10%-вим рівнем значущості його можна представити у вигляді суми двох незалежних розподілів

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

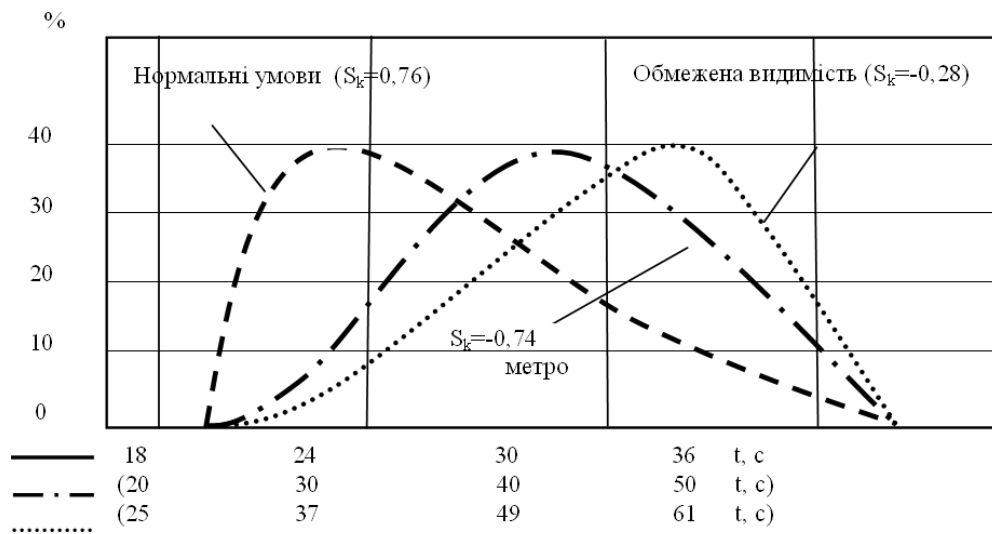


Рис. 5 – Розподіл часу приєднання рукава до пожежного крану

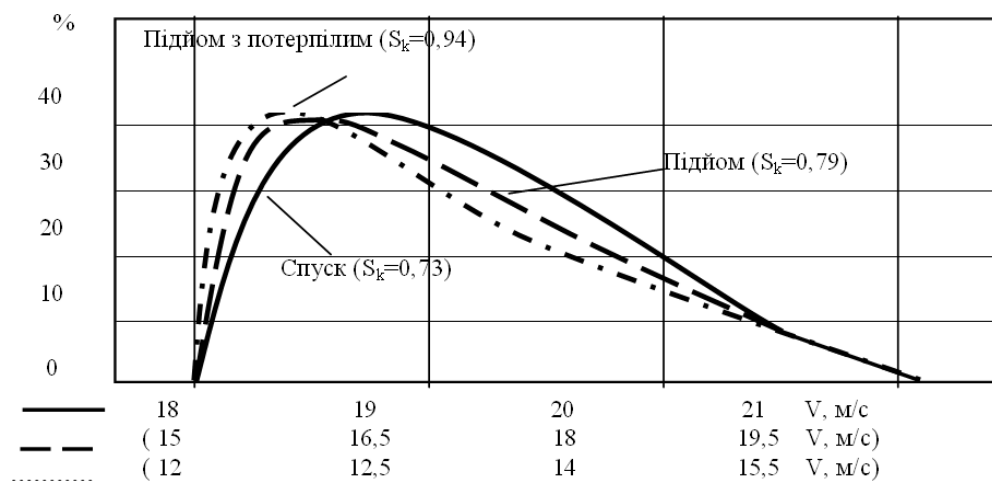


Рис. 6 – Розподіл швидкості руху по нерухомому ескалатору

де $\alpha_{1(2)}, \beta_{1(2)}$ - параметри β -розподілів, що становлять загальний розподіл; $B(\alpha_{1(2)}, \beta_{1(2)})$ - відповідні β -функції Ейлера; $t_{1(2)\min}, t_{1(2)\max}$ - мінімальний та максимальний час виконання відповідної складової загального розподілу, с.

Це дозволяє вважати, що такі чинники, як підготовленість особового складу та екстремальність ситуації, впливають на час виконання психологічно насичених операцій, пов'язаних з рятуванням живих людей, фактично незалежно.

Під час експериментальних досліджень під час ТСН на станціях Харківського метрополітену поряд з відпрацюванням питань взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів з іншими оперативними службами, вивчались закономірності виконання типових операцій газодимозахисниками.

Аналіз отриманих розподілів показав, що, з одного боку, розподіл часу виконання більшості операцій фактично не відрізнявся від аналогічних, коли вони розглядались під час роботи в підвальних та цокольних приміщеннях, з іншого боку, всі розподіли часу виконання типових операцій, характерних тільки для загального процесу АРР СМ, мають негативну скошеність (дивись, наприклад, рис.5, де наведено розподілу часу приєднання рукава до пожежного крану при виконанні цієї операції в різних умовах), а розподіли швидкості виконання - позитивну (дивись, рис.6). Порівняння показників скошеності розподілу часу приєднання рукава до пожежного крану (рис. 5) при виконанні цієї операції в різних умовах дозволяє говорити про необхідність у процесі підготовки рятувальників до АРР СМ використовувати спеціальні вправи для тренування координаційних якостей на тлі втоми.

Оскільки в Харківському гарнізоні газодимозахисники поміняли морально застарілі регенеративні дихальні апарати КИП-8, які виробили свій ресурс, на сучасні апарати на стисненому повітрі (АСП), основна увага в процесі дослідження була приділена аналізу можливостей останніх. Зважаючи на те, що конкретні конструкції ізолюючих апаратів принципово відрізняються друг від друга об'ємом балона (балонів), для узагальнення результатів експериментальної оцінки використовувався показник ω_l легеневої вентиляції, розрахунок якого для кожного (i -го) газодимозахисника виконувався наступним чином

$$\omega_{li} = \frac{(P_{начі} - P_{коні}) \cdot V_{бі}}{P_a \cdot t_i}, \quad (3)$$

де $P_{начі}$ й $P_{коні}$ – відповідно початковий і кінцевий тиск у балоні, МПа; $V_{бі}$ – об'єм балону, л; $P_a \approx 0.1$ МПа – атмосферний тиск; t_i – розглянутий проміжок часу, хв.

Отримані розподіли значень витрати повітря по деяких видах робіт, що виконувались в АСП, наведені в [12].

При аналізі враховувалося те, що в науково-технічній і керівній літературі [13,14] наведені значення легеневої вентиляції, що відповідають виконанню робіт різного ступеня важкості. Проте, при цьому особливості витрати запасу газоповітряної суміші, пов'язані зі специфікою проведення АРР СМ (виконання важких робіт у поєднанні з високою психоемоційною напруженістю), не розглядалися. Так, при роботі в АСП рекомендується використовувати при проведенні розрахунків $\omega_n = 30$ л/хв., коли рятувальники працюють у вітчизняних апаратах (АСП-2, АИР-317, АВІМ та ін.) або $\omega_n = 40$ л/хв., коли використовуються закордонні (Дрегер, Ауэр та ін.), незалежно від характеру надзвичайної ситуації.

З отриманих результатів видно, що допустимий час виконання окремих операцій визначає не стільки показник легеневої вентиляції, що залежить від ступеня важкості конкретної роботи, скільки витрата повітря при роботі в АСП, що також залежить і від рівня психологічної підготовленості рятувальників.

Висновки. Нестандартна екстремальна ситуація у 10-20% газодимозахисників різко погіршує результати виконання навіть добре відпрацьованих у ході підготовки спеціальних тактичних прийомів. З 10%-им рівнем значимості можна вважати, що такі чинники, як підготовленість особового складу ГДЗС та екстремальність ситуації, впливають на час виконання психологічно насичених операцій, пов'язаних з рятуванням живих людей, фактично незалежно.

Витрати повітря при роботі в апаратах на стисненому повітрі залежать як від ступеня важкості конкретної роботи, так і від рівня психологічної підготовленості газодимозахисників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ / Н.С. Диденко – М.: Недра, 1984. – 296 с.
2. 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 – Москва, 2001. – 20 с.
3. 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.
4. Медведев В.И. Психологические реакции человека в экстремальных условиях / В.И. Медведев– М.: Наука, 1981. – 625 с.
5. 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.
6. 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.
7. Марьин М. Психологические и социальные проблемы работы пожарных / М. Марьин, С. Ловган // Пожарное дело. – 1994. – N 3. – С.44-47.
8. Самонов А.П. Психологическая подготовка пожарных / А.П. Самонов– М.: Стройиздат, 1987. – 167с.
9. Дутов В.И. Психофизиологические и гигиенические аспекты деятельности человека при пожаре / В.И. Дутов, И.Г. Чурсин– М.: Стройиздат, 1993. – 231с.
10. Explosion im Dorfkern // Pirchl Christoph. Schweiz.Feuerwehr – Ztg. - 2005, 131, № 2. - P. 53-54.
11. Абрамов Ю.А. Имитационная оценка деятельности боевых расчетов пожарных автомобилей / Ю.А. Абрамов, В.Н. Чучковский, В.М Стрелец // Эргономика на автомобильном транспорте: Сб. науч. тр. – Харьков, ХГАДТУ, 1997. – С. 92-95.
12. Стрелец В.М. Закономерности работы спасателей в изолирующих аппаратах при проведении работ на станциях метропо-

литена / В.М. Стрелец, П.Ю. Бородич // Проблеми надзвичайних ситуацій – 2006 – № 3. – С.48-57.

13. Respiratory protective devices. Self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full face mask. Requirements, testing, marking: BS EN137:2006 – Режим доступу:
http://www.standardsdirect.org/standards/standards2/Standards Catalogue24_view_17935.html
14. Настанова по газодимозахисній службі пожежної охорони МВС України: Наказ № 657 МВС України від 2 грудня 1994 р. – Київ, 1994. – 128 с. – (Нормативний документ МНС України. Настанова)

Бородич П.Ю., Ковалев А.А., Росоха С.В., Стрелец В.М.

Определение особенностей работы спасателей в изолирующих противогазах

Показано, что организация профессиональной деятельности газодымозащитников требует того, чтобы обязательно учитывалось то, что уровень подготовленности личного состава ГДЗС и экстремальность ситуации влияют на время выполнения операций, связанных со спасением живых людей, фактически независимо. При этом нестандартная экстремальная ситуация не только резко ухудшает результаты выполнения даже хорошо отработанных в ходе подготовки специальных тактических приемов, но и приводит к существенному увеличению расхода воздуха при работе в аппаратах на сжатом воздухе.

Ключевые слова: газодымозащитник, экстремальная ситуация, спасение, операция, распределение времени выполнения

Borodich P.Y., Kovalyov P.A., Rosoha S.V., Strelec V.M.

Defining features of rescuer in SCBA

It is shown that the organization of professional SCBA-rescuers demands that must consider the fact that their level of preparedness and emergency situations affecting the duration of the operations related to the preservation of living people who actually matter. This custom extreme situation not only severely aggravates the execution results, even well-established during the preparation of special tactics, and leads to a significant increase in air flow when operating in SCBA.

Key words: SCBA-rescuer, extreme situation, rescue, operation, distribution of the runtime