

УДК 614.841

Д.С. Федоренко, к.і.н., С.С. Федоренко, А.П. Марченко, Є.О. Тищенко, к.т.н., доц.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

СИСТЕМНА МОДЕЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ

Обговорюються моделі тренувального процесу газодимозахисників, використання яких дозволяє формалізувати критерій його ефективності та сформулювати задачу управління процесом тренування.

Ключові слова: системна модель, газодимозахисники, тренувальний процес, ефективність підготовки.

Постановка проблеми. Професійно-службова діяльність особового складу газодимозахисної служби ДСНС України є однією з найбільш складних та напружених. Газодимозахисникам доводиться виконувати оперативні завдання в умовах протидії цілому ряду небезпечних чинників пожежі при постійній загрозі для життя і здоров'я. Досі переважна більшість робіт на пожежі здійснюється вручну, тому під час виконання оперативних завдань на організм газодимозахисників діють значні за величиною та тривалістю фізичні навантаження, які вимагають максимальної мобілізації можливостей організму та висувають високі вимоги до їх підготовленості.

Розвиток функціональних можливостей організму газодимозахисника відбувається в процесі тренувань в системі професійної підготовки, що представляє собою складну систему, кінцевою метою якої є досягнення певного рівня стану організму газодимозахисника, який дозволяє йому ефективно виконувати оперативні завдання у загазованих і задимлених середовищах. Принципи організації тренувального процесу газодимозахисників, як будь-якого спортивного тренування, опираються на закономірності адаптації організму до напруженої м'язової діяльності в штучно створених умовах.

Незважаючи на широкий спектр напрямків дослідження аспектів підготовки особового складу газодимозахисної служби, дотепер не розробленою залишалася проблема індивідуалізації тренувального процесу.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. На підставі аналізу програмно-нормативних документів з організації підготовки газодимозахисників [1, 2] та практичного досвіду [3] встановлено, що для підвищення ефективності тренувального процесу необхідно вирішити одне із головних протиріч, яке полягає у необхідності визначення припустимих величин обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень відповідно до функціональних можливостей газодимозахисника, обліку їх фактичного виконання та відсутності засобів контролю функціонального стану, які відповідають сучасному рівню розвитку інформаційних технологій. Розв'язання зазначеної проблеми полягає у розробці засобів тренування із застосуванням сучасних інформаційних технологій дистанційного контролю функціонального стану газодимозахисників, що, у свою чергу, передбачає розробку моделей для дослідження ефективності процесу їх підготовки.

Постановка задачі та її розв'язання. Метою роботи є дослідження ефективності процесу підготовки газодимозахисників.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження ефективності процесу підготовки газодимозахисника побудовано системну модель [4] та використано елементи системного аналізу та системного підходу [5] як науково-практичних методологій дослідження складних систем та вирішення складних проблем, відповідно. Системна модель (S) зображена на рис.1.

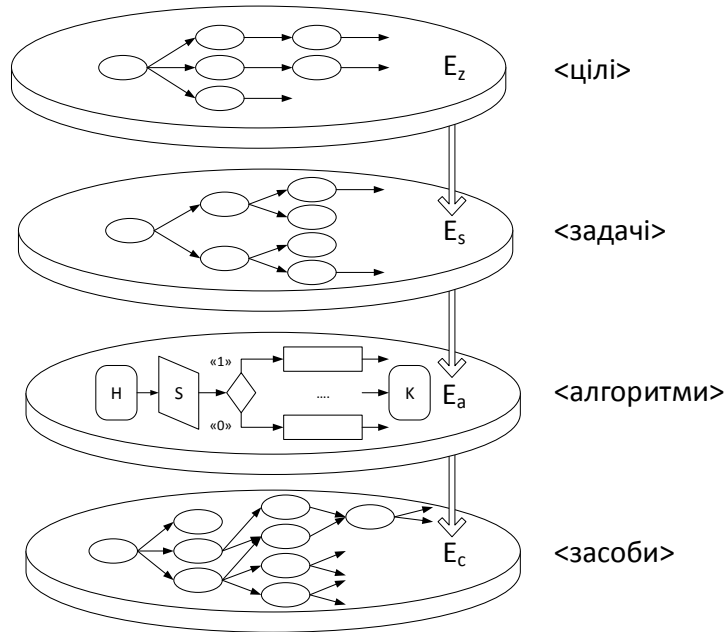


Рисунок 1 – Багаторівнева системна модель підготовки газодимозахисників.

Основною ціллю процесу підготовки газодимозахисників є формування їх готовності до роботи у непридатному для дихання середовищі. Дана ціль декомпозується на ряд цілей, для досягнення кожної з яких необхідно розв’язати ряд задач, які знаходяться на нижньому рівні ієрархії та відрізняються конкретно заданим часом і ресурсами. Розв’язання цієї сукупності задач передбачає реалізацію певної сукупності дій або методів чи алгоритмів, сутність яких складає третій рівень системної моделі. В свою чергу, практична реалізація методів і алгоритмів неможлива без засобів підготовки газодимозахисників.

Елементи системної моделі вказують на необхідність формалізації критерію ефективності процесу підготовки газодимозахисників до роботи в непридатному для дихання середовищі (E_{Π}), який кількісно оцінюється показниками ефективності $\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ виконання окремих функцій (вироблення високого рівня витривалості, рухливості, фізичної працездатності й теплової адаптації (F_1); освоєння прийомів і способів гасіння пожеж і проведення аварійно-рятувальних робіт у непридатному для дихання середовищі (F_2); розвиток злагоженості роботи в складі ланки ГДЗС у різних обставинах (F_3); формування високої психологічної стійкості, розвиток спостережливості й уваги (F_4), тощо):

$$E_{\Pi} = F(E_1, E_2, \dots, E_n) = (E_1(F_1), E_2(F_2), \dots, E_n(F_n)) \quad (1)$$

Після формалізації та нормалізації показників ефективності, критерій ефективності можна представити як модель лінійної багатофакторної регресії:

$$E_{\Pi} = \alpha_0 + \alpha_1 E_1 + \alpha_2 E_2 + \dots + \alpha_n E_n, \quad (2)$$

де коефіцієнти $\alpha_i, i = \overline{0, n}$ вказуватимуть на важливість виконання тієї чи іншої функції та її внесок у загальну ефективність підготовки газодимозахисника.

Для дослідження системи управління тренувальним процесом газодимозахисників побудовано її структуру, представлену на рис. 2.

Під управлінням розуміється процес забезпечення цілеспрямованої поведінки системи при мінливих зовнішніх умовах. У нашому випадку об’єктом дослідження є система, яка складається із двох підсистем – керівник занять (управляюча) і газодимозахисник (керована).

Суть управління полягає в оптимальному використанні ресурсів для досягнення поставлених цілей підготовки газодимозахисників.

Трудова діяльність керівника занять зводиться до вирішення управлінських проблем. Засобами його діяльності виступають різні методи, техніка прийняття рішень. Предметом і продуктом управлінської діяльності є інформація, тобто рішення, що визначають величину управляючих впливів на об'єкт управління (газодимозахисника). Застосування в тренувальному процесі неправильних управлінських рішень граничить зі злочином, тому є актуальним використання надійної системи контролю, яка дозволить спрогнозувати небезпечні стани та вчасно прийняти управлінські рішення для регулювання чинників впливу.

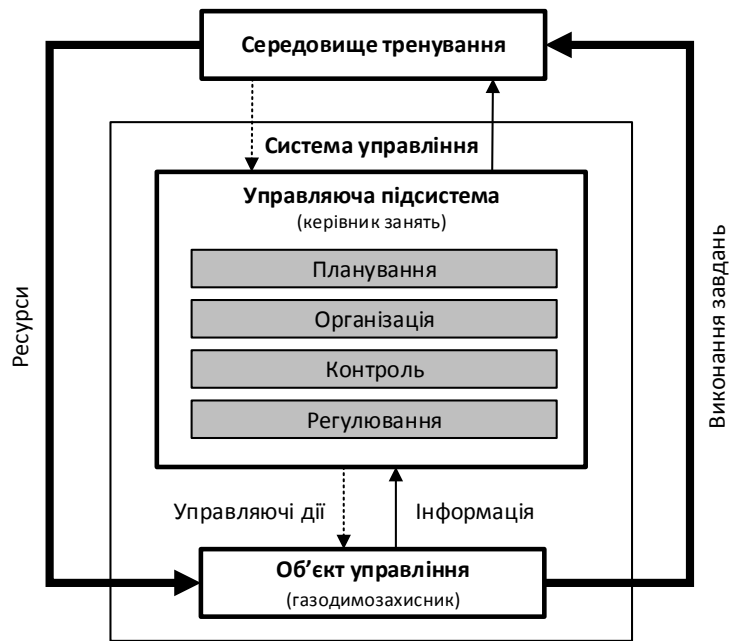


Рисунок 2 – Структура системи управління тренувальним процесом газодимозахисників.

Для визначення основних управляючих параметрів побудовано схему управління процесом підготовки газодимозахисників, що представляє собою взаємодію головних дидактичних відносин газодимозахисника, керівника заняття, змісту підготовки, та містить у своїй структурі засоби контролю функціонального стану (рис. 3).

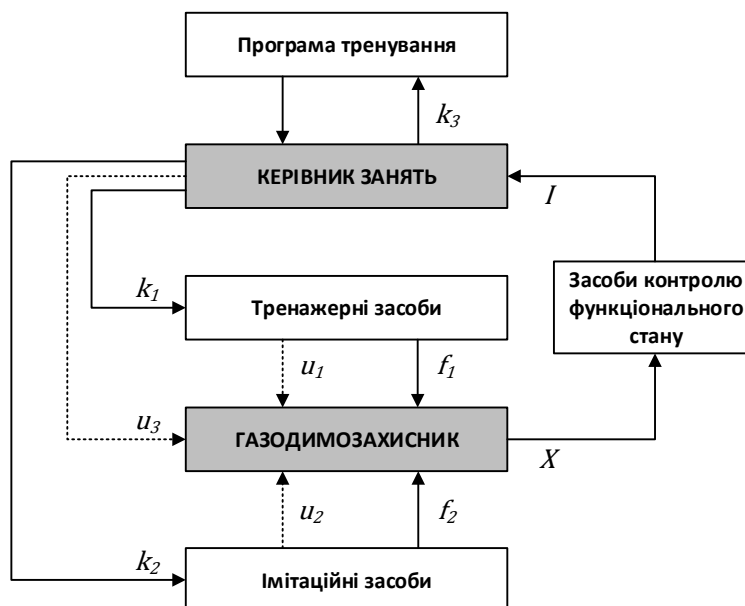


Рисунок 3 – Схема управління процесом підготовки газодимозахисників.

Основними параметрами схеми управління процесом підготовки газодимозахисників є:

- поточні показники функціональних параметрів газодимозахисника в процесі тренування X ;

- управляючі впливи U ;
- вплив середовища та тренажерних засобів F ;
- коригуючі впливи K ;
- показники процесу тренування I .

Дані параметри є агрегованими й можуть розпадатися на сукупність показників:

1) $X = [x_1, x_2 \dots x_n]$ – поточні показники функціональних параметрів організму

газодимозахисника як об'єкта управління в процесі тренування, до яких можна віднести:

- x_1 – частоту серцевих скорочень;
- x_2 – ударний і хвилинний обсяги крові;
- x_3 – вміст молочної кислоти в крові;
- x_4 – обсяг легеневої вентиляції і споживання кисню;
- x_5 – температуру тіла, тощо.

2) $U(u_1, u_2, u_3)$ – управляючі впливи, які продукуються засобами тренування,

керівником занять або самостійно газодимозахисником з метою управління процесом підготовки:

- u_1 – управляючі впливи, які продукуються тренажерними засобами для формування вектору функціональних параметрів організму газодимозахисника;
- u_2 – управляючі впливи, які продукуються імітаційними засобами для створення

штучних умов навколишнього середовища та впливу на функціональні параметри організму газодимозахисника;

- u_3 – управляючі впливи, які продукуються інструктором, та реалізуються шляхом оперативного перепланування програми тренування на основі отриманих висновків про статус функціонального стану газодимозахисника.

- u_4 – управляючі впливи, які виробляються самим газодимозахисником в залежності від індивідуальних чинників (вік, стан здоров'я, фізична та психологічна готовність, мотивація, тощо).

3) $F(f_1, f_2)$ – зовнішні чинники впливу на організм газодимозахисника:

- f_1 – вплив тренажерних засобів;
- f_2 – вплив імітаційних засобів.

4) $K(k_1, k_2, k_3)$ – коригуючі впливи:

- k_1 – корегування роботи тренажерних засобів (збільшення або зменшення навантаження, складності виконання завдань, тощо);
- k_2 – корегування роботи імітаційних засобів (зміна штучно створених умов навколишнього середовища та психологічних чинників);
- k_3 – корегування програми тренувань.

5) I – показники процесу тренування, до яких відносяться: статус функціонального

стану газодимозахисника під час тренувань, кількісні характеристики тренування (тривалість тренування, облік тренувального навантаження, тощо).

Для визначення залежності ефективності виконання програми тренування від параметрів управління підготовки газодимозахисників введено критерій ефективності виконання програми тренування (E_T).

Відповідно до програми тренувань газодимозахисник виконує M незалежних завдань O на тренажерах. При цьому, імовірність виконання їм i -й завдання рівна $P(O_i)$, а важливість завдання рівна $B(O_i)$. Тоді ефективність виконання програми тренування може бути визначена виразом

$$E_T = \sum_{i=1}^M R_i P(O_i) P(O_i), \quad (3)$$

де R_i – коефіцієнт, враховуючий зниження базової надійності газодимозахисника при виконанні i -завдання в умовах реальної оперативної діяльності.

Кількість ресурсів (c) витрачених на підготовку газодимозахисника з використанням тренажних засобів дорівнює

$$c = \sum_{i=1}^M c_i, \quad (4)$$

де c_i – частина ресурсів, витрачених на підготовку газодимозахисника до виконання i -завдання.

Нормування результату функціонування системи управління процесом підготовки (W) визначається по формулі

$$W = \frac{E_T}{c}, \quad (5)$$

Якщо критерій ефективності виконання програми тренування представити в залежності від параметрів управління підготовкою, отримаємо

$$E_T = \Phi[X, U, F, K, I] \geq E_T^*, \quad (6)$$

де E_T^* – необхідне значення ефективності виконання програми тренування, тоді

$$W = \frac{\Phi[X, U, F, K, I]}{c} \geq W^*, \quad (7)$$

де W^* – необхідне значення якості функціонування системи управління процесом підготовки газодимозахисників.

Таким чином, якщо відомий вираз

$$\frac{dX}{dt} = L[X, U, F, K, I], \quad (8)$$

то може бути сформульована задача управління процесом тренування як знаходження управляючих параметрів U^* , що забезпечують задану ефективність виконання програми тренування газодимозахисниками.

Висновки. В ході проведених досліджень отримані наступні результати:

- розроблено системну модель тренувального процесу газодимозахисників, використання якої дозволяє формалізувати критерій його ефективності та здійснити структурну і параметричну ідентифікацію критеріальної функції;

- побудовано структурну схему управління процесом підготовки на основі застосування засобів контролю функціонального стану та сформульовано задачу управління процесом тренування як знаходження управляючих параметрів, що забезпечують задану ефективність виконання програми тренування газодимозахисниками, на основі визначення показників функціональних параметрів організму газодимозахисника.

Перспективи подальших досліджень. Розв'язання задачі управління процесом тренування газодимозахисників стає можливим при використанні надійної і об'єктивної системи контролю функціонального стану організму, для побудови якої необхідно визначити найбільш інформативні показники функціональних параметрів організму, а також методи і засоби за допомогою яких вони можуть бути виміряні. Таким чином, наступний етап розробки засобу дистанційного контролю функціонального стану газодимозахисника передбачає формування комплексу методів контролю функціонального стану, які забезпечують об'єктивне оцінювання рівня фізичного навантаження та оперативне визначення небезпечних змін функціонального стану впродовж тренувань, визначення ефективності проведених тренувань та визначення функціональної готовності газодимозахисників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Организация и проведение занятий с личным составом газодымозащитной службы пожарной охраны МВД СССР: Методические указания. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1990. – 80 с.
2. Про затвердження Настанови з організації газодимозахисної служби в підрозділах оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України: наказ МНС України від 16.12.2011 № 1342.
3. Луц В. І. Аналіз підготовки газодимозахисників ДСНС України в теплодимокамері та димокамерах / В. І. Луц, О. В. Лазаренко, М. А. Наливайко, Р. Ю. Сукач // Пожежна безпека . – 2013. – № 23. – С. 111–114.
4. Тимченко А. А. Основы информатики системного проектирования объектов новой техники / А. А. Тимченко, А. А. Родионов. – К.: Наукова думка, 1991. – 152 с.
5. Згуровский М. З. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова. – К.: Наук. думка, 2005. – 743 с.