

Klimchuk Yu.V., Levterov O.A., Tiutiunik V.V., Shevchenko R.I.

**An analysis of pin methods of control of the high-quality-quantitative state of air environment of grounds of solid industrial and domestic wastes is within the framework of development of system of integral safety of municipal infrastructure**

The analysis of pin methods of control of the high-quality-quantitative state of air environment of grounds of solid industrial and domestic wastes is conducted as sensors of information within the framework of development of the system of integral safety of municipal infrastructure on the base of modern mobile communication means

**Key words:** pin methods, high-quality-quantitative control, multicomponent gas and air-gas environments

**УДК 614.84**

*Ковалев П.А., канд. техн. наук, зам. нач. каф., НУГЗУ,  
Бородич П.Ю., канд. техн. наук, преп., НУГЗУ,  
Стрелец В.В., магистр, НУГЗУ*

**УТОЧНЕНИЕ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ  
ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

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

Показано, что однофакторные модели зависимости времени выполнения боевой работы от выбранного профессионально-важного качества, получаемые при стабилизации остальных качеств, дают количественную оценку того, как тренировка этого качества на рассматриваемом этапе подготовки повлияет на результат деятельности газодымозащитников

**Ключевые слова:** профессионально-важные качества, многофакторная модель, ранг, этап подготовки

**Постановка проблемы.** Обязательная подготовка личного состава газодымозащитной службы сопровождается противоречием между требованием Наставления по газодымозащитной службе о необходимости тренировки наиболее важных профессионально-важных качеств [1] и отсутствием количественных показателей [2], которые бы позволили уточнить, на каком этапе подготовки

какому конкретному качеству необходимо уделить первоочередное внимание.

**Анализ последних исследований и публикаций** показал, что в настоящее время в основе выбора конкретного набора профессионально-важных качеств лежит реализация метода экспертных оценок [3]. Однако такой подход позволяет получить фактически проранжированные веса выбранных качеств без привязки к тому времени, когда их надо тренировать, и без учета во время подготовки их взаимодействия между собой. Последний эффект может быть оценен путем имитационного моделирования [4,5]. Однако и в этом случае полученные многофакторные оценки не позволяют сразу дать оценку того, каким образом должна измениться программа подготовки газодымозащитников в зависимости от ее этапа.

**Постановка задачи и ее решение.** Исходя из того, что в многофакторных моделях может рассматриваться влияние уровня (например, низкого, среднего, высокого) подготовленности газодымозащитников на результаты выполнения конкретной задачи, связанной с их работой в непригодной для дыхания среде, была поставлена задача выбора управляющих воздействий (уточнения программы подготовки) в зависимости от того, как отобранные факторы (в нашем случае рассматриваемые профессионально-важные качества) влияют на выход (результаты проведения аварийно-спасательных работ в непригодной для дыхания среде) в зависимости от этапа подготовки газодымозащитников.

При таком подходе предполагается, что по результатам имитационного моделирования будет получена многофакторная модель времени  $Y$  выполнения типового для звена газодымозащитной службы (ГДЗС) процесса. Учитывая то, что профессионально-важные качества  $\{X_i\}$  могут влиять на результат нелинейно, а также могут иметь эффекты взаимодействия между ними, модель  $Y$  в общем случае имеет вид

$$\begin{aligned}
 Y = & a_0 + a_1 X_1 + \dots + a_n X_n + \\
 & + a_{11} X_1^2 + \dots + a_{nn} X_n^2 + \dots \\
 & + a_{12} X_1 X_2 + \dots + a_{(n-1)n} X_{n-1} X_n
 \end{aligned} \quad (1)$$

В [6] отмечено, что сравнительная оценка того, как конкретный фактор влияет на результат, должна выполняться в тождественном (1) выражении в кодированных переменных

$$y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n + b_{11}x_1^2 + \dots + b_{nn}x_n^2 + b_{12}x_1x_2 + \dots + b_{(n-1)n}x_{n-1}x_n \quad (2)$$

К примеру, многофакторная модель [7], которая характеризует зависимость времени проведения аварийно-спасательных работ звеном ГДЗС в подвальном или цокольном этаже от специальной выносливости  $x_1$ , способности ориентироваться в пространстве  $x_2$  и слаженности звена  $x_3$  в кодированных переменных будет иметь вид

$$y = 0.3244 - 0.1376x_1 + 0.0172x_1^2 + 0.0390x_1x_2 + 0.0311x_1x_3 - 0.1650x_2 + 0.0112x_2^2 + 0.0701x_2x_3 - 0.2332x_3 + 0.0474x_3^2 \quad (3)$$

В модели (3) сохранены все коэффициенты. Видно, что наличие нелинейных (квадратичных) эффектов и эффектов взаимодействия между факторами не позволяет сравнить то, как они влияют, только по линейным эффектам. Ситуация принципиально не меняется и после того, как в (3) удалить незначимые эффекты. Так, для двустороннего риска  $\alpha = 0.2$ , который рекомендуется [6] для поисковых работ, модель (3) будет иметь вид [7]

$$y_2 = 0,2875 - 0,2055x_1 + 0,0564x_1x_2 + 0,0599x_1x_3 - 0,0985x_2 + 0,0558x_2x_3 - 0,0767x_3 \quad (4)$$

Видно, что эффекты взаимодействия остались.

Таким образом, однофакторные модели  $y = f_i(x_i)$ , полученные при стабилизации остальных  $x_{j \neq i}$  на уровнях, соответствующих координатам экстремумов  $y_{\min}$  и  $y_{\max}$ ,

$$\left\{ \begin{array}{l} y_{\min}(x_1) = f(x_1; x_2 = -1; \dots; x_n = -1) = \\ = b_{0y_{\min}(x_1)}(x_2 = -1; \dots; x_n = -1) + b_{y_{\min}(x_1)} \cdot x_1; \\ \dots \\ y_{\min}(x_n) = f(x_n; x_1 = -1; \dots; x_{n-1} = -1) = \\ = b_{0y_{\min}(x_n)}(x_1 = -1; \dots; x_{n-1} = -1) + b_{y_{\min}(x_n)} \cdot x_n, \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} y_{\max}(x_1) = f(x_1; x_2 = +1; \dots; x_n = +1) = \\ = b_{0y_{\max}(x_1)}(x_2 = +1; \dots; x_n = +1) + b_{y_{\max}(x_1)} \cdot x_1; \\ \dots \\ y_{\max}(x_n) = f(x_n; x_1 = +1; \dots; x_{n-1} = +1) = \\ = b_{0y_{\max}(x_n)}(x_1 = +1; \dots; x_{n-1} = +1) + b_{y_{\max}(x_n)} \cdot x_n, \end{array} \right. \quad (6)$$

а также в центре факторного пространства

$$\left\{ \begin{array}{l} y_0(x_1) = f(x_1; x_2 = 0; \dots; x_n = 0) = \\ = b_{0y_0(x_1)}(x_2 = 0; \dots; x_n = 0) + b_{y_0(x_1)} \cdot x_1; \\ \dots \\ y_{\min}(x_n) = f(x_n; x_1 = 0; \dots; x_{n-1} = 0) = \\ = b_{0y_0(x_n)}(x_1 = 0; \dots; x_{n-1} = 0) + b_{y_0(x_n)} \cdot x_n, \end{array} \right. \quad (7)$$

могут отличаться.

Это позволяет в соответствии со значениями максимальных перепадов  $\Delta y$  в (5)÷(7) проранжировать факторы  $x_i$  по степени их влияния на выход и выбрать соответствующие управляющие воздействия (в рассматриваемом случае – решение о том, тренировке каких профессионально-важных качеств необходимо уделить первоочередное внимание на рассматриваемом этапе подготовки).

Применительно к (4) однофакторные модели (5)÷(7) времени проведения аварийно-спасательных работ звеньями ГДЗС в подвальных или цокольных этажах от выбранного профессионально-важного качества  $x_i$ , получаемые при стабилизации остальных  $x_{j \neq i}$  на соответствующих уровнях, приведены в табл.

Ранжирование  $\Delta y_2 \{x_i\}$  дает ряды:

- в зоне максимума и в центре факторного пространства

$$\Delta y_2 \{x_1\} \succ \Delta y_2 \{x_2\} \succ \Delta y_2 \{x_3\}, \quad (8)$$

- в зоне минимума

$$\Delta y_2 \{x_1\} \succ \Delta y_2 \{x_3\} \succ \Delta y_2 \{x_2\}. \quad (9)$$

**Таблица – Однофакторные модели  $y = f_i(x_i)$  при различных условиях стабилизации**

	В зоне максимума	В центре факторного пространства	В зоне минимума
$x_1$	$0,5184 - 0,3218 x_1$	$0,2875 - 0,2055 x_1$	$0,168 - 0,0892 x_1$
$x_2$	$0,6296 - 0,2106 x_2$	$0,2875 - 0,0985 x_2$	$0,0659 - 0,0136 x_2$
$x_3$	$0,6479 - 0,1923 x_3$	$0,2875 - 0,0767 x_3$	$0,0399 - 0,0389 x_3$

Анализ выражений (8) и (9) позволяет уточнить рекомендации по подготовке газодымозащитников. Так, можно сделать вывод о том, что на начальном этапе подготовки для приближения эффективности боевой работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания, которая соответствует среднему уровню подготовленности, основное внимание должно быть уделено тренировке специальной выносливости  $x_1$ , а затем – способности ориентироваться в пространстве  $x_2$  и групповой слаженности  $x_3$  в работе звена. При этом необходимо учитывать, что более высокий уровень одного из качеств способствует дополнительному сокращению времени боевой работы с началом тренировки любого из двух других.

В то же время, когда звено по подготовленности в целом приближается к своему лучшему уровню, более эффективным будет уделить больше внимания тренировке слаженности  $x_3$  по сравнению с тренировками способности ориентироваться в пространстве  $x_2$ , продолжая совершенствовать специальную выносливость  $x_1$  в первую очередь. При этом относительно лучшая подготовленность одного из качеств не способствует дополнительному сокращению времени боевой работы с началом тренировки любого из двух других. Можно ожидать, что приближение способности звена к работе с наивысшей для него эффективностью будет достаточно продолжительным и кропотливым делом.

**Выводы.** Показано, что однофакторные модели зависимости времени выполнения боевой работы от выбранного профессионально-важного качества, получаемые при стабилизации остальных качеств, позволяют получить количественную оценку того, как тренировка этого качества на рассматриваемом этапе подготовки повлияет на результат деятельности. В соответствии с этим может быть откорректирована программа подготовки газодымозащитников.

Применительно к проведению аварийно-спасательных работ газодымозащитниками в подвальных и цокольных этажах показано, что на начальном этапе подготовки основное внимание должно быть уделено тренировке специальной выносливости, а затем – способности ориентироваться в пространстве и групповой слаженности в работе звена. В то же время, когда звено по подготовленности в целом приближается к своему лучшему уровню, более эффективным будет уделить больше внимания тренировке слаженности по сравнению с тренировками способности ориентироваться в пространстве, продолжая совершенствовать специальную выносливость в первую очередь.

## 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. Методические указания по организации и проведению занятий в изолирующих противогазах с личным составом газодымозащитной службы пожарной охраны МВД СССР – Офіц. издан. – М.; ВНИИПО и ГУПО МВД СССР, 1990. – 117 с. – (Нормативный документ МВД СССР. Методические указания)
3. Стрелец В.М. Экспертная оценка профессионально-важных качеств пожарного / В.М.Стрелец, Д.Ю.Каскевич // Проблемы пожарной безопасности –1998. – № 5. – С.183-185
4. Ковалев П.А. Совершенствование деятельности личного состава ГДЗС: дис.... : к-та техн. наук: 21.06.02/Ковальов Павло Анатолійович. – Харків, 1997. – 157 с.
5. Стрелец В.М. Особенности имитационного моделирования системы «спасатель – средства ликвидации и обеспечения ава-

рийно-спасательных работ – чрезвычайная ситуация в метрополитене»/ В.М.Стрелец, П.Ю. Бородич // Информационное обеспечение и АСУ на железнодорожном транспорте. – 2008. – №22. – С.51-59

6. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / Вознесенский В.А. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
7. Стрелец В.М. Имитационное моделирование работы звена газодымозащитной службы пожарной охраны / В.М. Стрелец // Системи обробки інформації. – 1999. № 1(5). – С.158-161

Ковальов П.А., Бородич П.Ю., Стрелець В.В.

**Уточнення програм підготовки газодимозахисників за результатами імітаційного моделювання**

Показано, що одно факторні моделі залежності часу виконання бойової роботи від обраної професійно-важливої якості, що є отриманими при стабілізації інших якостей, дають кількісну оцінку того, як тренування цієї якості на етапі підготовки, який розглядається, вплине на результат діяльності газодимозахисників.

**Ключові слова:** професійно-важливі якості, багатofакторна модель, ранг, етап підготовки.

Kovaljov P.A., Borodich P.Y., Strelec V.V.

**Refinement of the training of rescuers on the results of simulation**

It is shown that single-factor model according to time complying with the operational work of the selected vocational importance of the quality of those obtained with stabilization of other qualities, provide a quantitative assessment of how the exercise of this quality during this phase of the effect on the outcome of the rescuers.

**Key words:** comparative estimation, multifactor model, rank, stage of preparation