

В.М. Стрелец, П.Ю. Бородич
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ

В докладе рассматриваются логика и особенности машинной реализации имитационной эргономической оценки групповой взаимосвязанной деятельности персонала аварийных служб на примере действий звена газодымозащитной службы при пожаре в здании, имеющем сложное конструктивно-планировочное решение. Цель эргономической оценки - каким образом должны проводиться практические занятия в зависимости от текущего уровня подготовленности личного состава.

Поскольку эффективность боевой работы в рассматриваемом случае определяется временем выполнения поставленной перед звеном задачи, имитационная эргономическая оценка в значительной степени была ориентирована на время, которое и являлось показателем качества. Время выполнения отдельных операций определялось [1, 2] стохастически по β -распределению методом Монте-Карло. Успех или неудача в работе звена, исправность или непригодность оснащения, выбор того или иного сочетания операций определялись также стохастически.

Реализация имитационных экспериментов в соответствии с планом $3 \times 3 \times 3$ позволила представить функционал оценки влияния параметров системы «человек – машина – среда» (в данном случае специальной выносливости x_1 , способности ориентироваться в пространстве x_2 , и слаженности звена x_3) время боевой работы звена в виде трехфакторной квадратичной модели:

$$y = 0,3244 - 0,1376x_1 + 0,0172x_1^2 + 0,0390x_1x_2 + 0,0311x_1x_3 - 0,1650x_2 + 0,0112x_2^2 + 0,0701x_2x_3 - 0,2332x_3 + 0,0474x_3^2.$$

Для оценки степени влияния факторов x_i на выход был принят [3] двусторонний риск $\alpha = 0,2$. Это позволило после удаления незначимых эффектов получить конечную модель

$$y = 0,2875 - 0,2055x_1 + 0,0564x_1x_2 + 0,0599x_1x_3 - 0,0985x_2 + 0,0558x_2x_3 - 0,0767x_3.$$

Ранжирование проводилось по максимальному перепаду Δy в однофакторных моделях $y = f_i(x_i)$, которые получены при стабилизации остальных x_j на уровнях, соответствующих координатам экстремумов $y_{\min}$ и $y_{\max}$, а также в центре факторного пространства, и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Однофакторные модели $y_2 = f_i(x_i)$ при различных условиях стабилизации			
	В зоне максимума	В центре факторного пространства	В зоне минимума
x_1	$0,5184 - 0,3218x_1$	$0,2875 - 0,2055x_1$	$0,168 - 0,0892x_1$
x_2	$0,6296 - 0,2106x_2$	$0,2875 - 0,0985x_2$	$0,0659 - 0,0136x_2$
x_3	$0,6479 - 0,1923x_3$	$0,2875 - 0,0767x_3$	$0,0399 - 0,0389x_3$

Ранжирование $\Delta y_2\{x_i\}$ дало следующие ряды:

- в зоне максимума и в центре факторного пространства

$$\Delta y_2\{x_1\} > \Delta y_2\{x_2\} > \Delta y_2\{x_3\},$$

- в зоне минимума

$$\Delta y_2\{x_1\} > \Delta y_2\{x_3\} > \Delta y_2\{x_2\}.$$

Анализ полученных выражений позволяет 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 качеств.

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 качеств. Можно ожидать, что приближение способности звена к работе с наивысшей для него эффективностью будет достаточно продолжительным и кропотливым делом.

Кроме этого, коэффициенты при рассматриваемых факторах в полученной модели использовались для уточнения номенклатуры соответствующих технических средств при создании учебно-тренировочного комплекса подготовки газодымозащитников.

Литература

1. Стрелец В.М., Ковалев П.А. Особенности представления исходных данных при имитационном моделировании деятельности личного состава пожарной охраны. Проблемы пожарной безопасности // Сб. науч. тр. – Харьков: ХИПБ, 1997. -С.50-53.
2. Стрелец В.М. Экспертная оценка операций развертывания специальных автомобилей // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. Сборник научных трудов. Выпуск 9. – Х., ХГАДТУ, 1999. -С.39-41.
3. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Финансы и статистика, 1981. -263 с.