

В.В. Роевко, Д.В. Тараканов, С.А. Шкунов
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: den-pgs@rambler.ru)

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС РОССИИ

Разработаны количественные критерии оценки вариантов оснащения подразделений МЧС России современной пожарной техникой.

Ключевые слова: пожарная техника, критерии оценки.

V.V. Roenko, D.V. Tarakanov, S.A. Shkunov **CRITERIA FOR EVALUATING OPTIONS REEQUIPMENT UNITS OF EMERCOM OF RUSSIA**

The quantitative criteria for evaluating options reequipment units of Emercom of Russia with modern fire-fighting equipment are developed.

Key words: fire-fighting equipment, evaluation criteria.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 27 октября 2014 г.

Введение

Планирование в области технического переоснащения подразделений МЧС России – стратегическая функция управления, включающая в себя комплекс работ по анализу ситуации с техническим обеспечением территориальных органов управления и подразделений, факторов, влияющих на состояние технических средств, предназначенных для выполнения поставленных задач. В функциональную систему планирования основным элементом входит прогнозирование, на основе которого следует оптимизировать и выбирать альтернативные варианты, в том числе, наилучшие варианты плана.

В настоящее время подразделения МЧС России нуждаются в оснащении парка пожарных автомобилей современными образцами техники. В соответствии с [1], МЧС России была поручена работа по научно-практическому обоснованию подходов к техническому оснащению подразделений МЧС России.

Авторами настоящей статьи разработана методика выбора управленческих решений *лицами, принимающими решение* (ЛПР), по распределению финансовых средств при разработке "Программы переоснащения подразделений МЧС России".

Предполагается, что анализируя информацию, изложенную в [2, 3], для выбора управленческих решений по распределению финансовых средств необходимо сформулировать свои предпочтения при анализе численных значений как минимум двух критериев [4-5] с момента времени (t) за время (τ):

- критерий оперативной готовности ($0 \leq K_o(t, \tau) \leq 1$) подразделений МЧС до и после переоснащения;

- критерий технической готовности ($0 \leq K_r(t, \tau) \leq 1$) подразделений МЧС до и после переоснащения.

Предложенные критерии не включают в себя весь спектр параметров, необходимых для учёта при переоснащении, однако представляется, что данные критерии являются определяющими.

Исходя из вышеизложенного, для практической реализации методики необходимо разработать математическое выражение критериев оценки вариантов переоснащения и показать возможность и процедуру их использования при принятии решений.

1. Критерий для оценки оперативной готовности подразделений МЧС России

Под оперативной готовностью понимается возможность подразделений МЧС России выполнять задачи по предназначению за рассматриваемый период времени. Поэтому оперативная готовность будет определяться степенью занятости подразделений при выполнении задач по предназначению. Для количественного измерения степени занятости подразделений в модели принятия решений по переоснащению подразделений МЧС России используется **критерий оперативной готовности**. Исходя из понятийного описания оперативной готовности, данный показатель будет определяться отношением времени использования пожарной техники подразделений по предназначению к общему максимально гипотетически возможному времени её использования.

Наблюдение для оценивания значений критерия оперативной готовности осуществляется по микропериодам работы пожарных подразделений – одни дежурные сутки за макропериод – один год.

Бюджет занятости всех технических единиц за рассматриваемый микропериод от T_0 до T^* определяется по формуле

$$D = \int_{T_0}^{T^*} N dT, \text{ мин}, \quad (1)$$

где N – общее количество технических единиц в рассматриваемом гарнизоне пожарной охраны.

$$D = \int_{T_0}^{T^*} N dT = N \cdot T^* - N \cdot T_0 = N \cdot (T^* - T_0) = N \cdot \Delta T, \quad (2)$$

где ΔT – промежуток времени, определяющий максимально возможную занятость одной единицы пожарной техники, *мин*.

Бюджет занятости подразделений по обслуживанию одного вызова рассчитывается по формуле:

$$S = \int_{t_0}^{t^*} n_i dt, \text{ мин}, \quad (3)$$

где n_i – количество единиц техники, занятых обслуживанием одного вызова;
 t_0 – момент времени, в который происходит задействование i -й единицы техники по обслуживанию вызова, *мин*;

t^* – момент времени, за которое задействование i -й единицы техники по обслуживанию вызова закончено, *мин*.

Проинтегрировав выражение (3), получим

$$S = \int_{t_0}^{t^*} n_i dt = n_i t^* - n_i t_0 = n_i (t^* - t_0) = n_i \Delta t, \quad (4)$$

где Δt – промежуток времени, определяющий занятость i -й единицы пожарной техники при обслуживании одного вызова, мин.

Общий бюджет занятости единиц пожарной техники по обслуживанию всех k вызовов в период времени $[T_0, T^*]$ определяется по формуле

$$S_{OB} = \int_0^k \left(\int_{t_0}^{t^*} n_i dt \right) dk. \quad (5)$$

Подставим в выражение (5) результат интегрирования (4) и повторно проинтегрируем полученное выражение, учитывая, что k – дискретная функция, принимающая свои значения из множества натуральных чисел:

$$S_{OB} = \int_0^k (n_i \Delta t) dk = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} ((n_i \Delta t)_1 + (n_i \Delta t)_2 + \dots + (n_i \Delta t)_k) \cong \sum_{j=0}^{j=k} (n_i \Delta t)_j \quad (6)$$

Тогда отношение общего бюджета занятости единиц пожарной техники к максимально возможному бюджету занятости определяет шкалу измерений интенсивности использования техники в гарнизоне пожарной охраны

$$\bar{K} = \frac{S_{об}}{D}, \quad (7)$$

где \bar{K} – коэффициент интенсивности использования пожарной техники за микропериод $\bar{K} \in [0, 1]$.

При принятии решений по переоснащению, ЛПР формирует своё предпочтение в сторону минимизации использования единиц техники, то есть

$$\bar{K} \rightarrow \min. \quad (8)$$

В классической теории оптимизации, основанной на методах исследования операций, от задачи минимизации переходят к задаче максимизации. Так как $\bar{K} \in [0, 1]$, то для постановки задачи максимизации принятия решений необходимо воспользоваться линейным положительным преобразованием

$$K = 1 - \bar{K}, \quad (9)$$

где K – коэффициент оперативной готовности за микропериод $\bar{K} \in [0, 1]$.

Подставляя в формулу (9) результаты функционального анализа, входящие в формулу параметров, получим

$$K = 1 - \left[\frac{\sum_{j=0}^{j=k} (n_i \Delta t)_j}{N \cdot \Delta T} \right]. \quad (10)$$

2. Критерий для оценки технической готовности подразделений МЧС России

Под *критерием технической готовности* подразделений понимается потенциальная возможность техники находиться в исправном состоянии, начиная с любого момента времени t в течение времени τ , необходимого для решения задачи по предназначению.

Критерий технической готовности является комплексной характеристикой безотказности и ремонтпригодности технических средств подразделений МЧС и характеризует вероятность технической возможности выполнения задач по предназначению в любой момент времени t и, начиная с этого момента времени, выполнения задачи по предназначению в течение времени τ .

Для формализации данного показателя в модели принятия решений учитываются следующие соображения.

Величина S определяет занятость *пожарно-спасательных автомобилей (ПСА)* при техническом облуживании, ремонте и техническом облуживании после использования техники по предназначению:

$$S = \sum_{i=1}^3 S_i, \text{ мин}, \quad (11)$$

где S_1 – занятость ПСА при проведении технического облуживания, *мин*;

S_2 – занятость ПСА при проведении ремонта, *мин*;

S_3 – занятость ПСА при проведении технического облуживания после использования ПСА по предназначению, *мин*.

Рассмотрим занятость ПСА при проведении технического облуживания S_1 .

$$S_1 = \sum_{j=1}^{M_1} s_j, j = 1, 2, \dots, M_1, \quad (12)$$

где s_j – продолжительность j -го технического облуживания при ремонте, *мин*.

Продолжительность j -го ремонта определяется по формуле

$$s_j = \int_{t_0}^{t^*} n_j dt, \quad (13)$$

где n_j – количество случаев ремонта пожарной техники;

t_0 – момент времени, в который начинается техническое облуживание, *мин*;

t^* – момент времени, в который ремонт завершён, *мин*.

Проинтегрировав выражение (3) получим

$$s_j = \int_{t_0}^{t^*} n_j dt = n_j t^* - n_j t_0 = n_j (t^* - t_0) = n_j \Delta t, \text{ мин}, \quad (14)$$

где Δt – промежуток времени, необходимый для реализации j -го технического облуживания, *мин*.

С учётом формулы (14) получим следующее выражение формулы (12):

$$S_1 = \sum_{j=1}^{M_1} s_j = \sum_{j=1}^{M_1} n_j \Delta t, \text{ мин, } j = 1, 2, \dots, M_1. \quad (15)$$

Рассуждая аналогичным образом, определим занятость ПСА при ремонте и техническом обслуживании ПСА после использования её по назначению

$$S_2 = \sum_{j=1}^{M_2} s_{2j} = \sum_{j=1}^{M_2} k_j \Delta t, \text{ мин, } j = 1, 2, \dots, M_2; \quad (16)$$

$$S_3 = \sum_{j=1}^{M_3} s_{3j} = \sum_{j=1}^{M_3} m_j \Delta t, \text{ мин, } j = 1, 2, \dots, M_2. \quad (17)$$

В формулах (16) и (17) соответственно k_j и m_j – количество ремонтов и технических обслуживаний ПСА после использования их по назначению.

Наблюдения для оценивания значений критерия оперативной готовности осуществляются по микропериодам работы пожарных подразделений – одни дежурные сутки за макропериод – один год.

Тогда отношение общего бюджета занятости ПСА к максимально возможному бюджету занятости определяет шкалу измерений технической готовности ПСА:

$$\bar{K}_{mo} = \frac{S}{D}, \quad (18)$$

где \bar{K}_{mo} – коэффициент интенсивности использования пожарной техники за микропериод $\bar{K} \in [0, 1]$;

D – бюджет занятости всех технических единиц за рассматриваемый микропериод от T_0 до T^* – определяется по формуле (1).

При принятии решений по переоснащению, ЛПР формирует своё предпочтение в сторону минимизации данного показателя:

$$\bar{K}_{mo} \rightarrow \min. \quad (19)$$

Тогда

$$K_T = 1 - \bar{K}_{mo}, \quad (20)$$

где K_T – коэффициент технической готовности за микропериод – $K_T \in [0, 1]$.

Однако при принятии решений необходимо также исходить из величины вероятности отказа ПСА, которая выражается по формуле:

$$P(t, \tau) = \left[1 - \frac{Q}{V} \right], \quad (21)$$

где Q – количество отказов ПСА на выездах за рассматриваемый период;
 V – общее количество выездов всех подразделений за период времени t .

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i, \quad (22)$$

где q_i – количество отказов на i -м выезде.

С учётом всего, коэффициент технической готовности подразделений МЧС вычисляется по формуле

$$K_T = \left[1 - \left(\frac{Q}{V} \right) \right] \cdot \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^{M_1} n_j \cdot t_{moj} + \sum_{j=1}^{M_2} k_j \cdot t_{pj} + \sum_{j=1}^{M_3} m_j \cdot t_{nmj}}{N \cdot T_0} \right]. \quad (23)$$

3. Процедура принятия решений

Методика принятия решений по переоснащению подразделений МЧС России новыми образцами ПСА основана на постулатах принятия решений в условиях риска. Это позволяет оценить каждое из конкретных значений K_0 , K_T и по отдельным альтернативам на значение вероятности и получить на этой основе интегральный критерий уровня риска, соответствующий каждому из вариантов принятия решений по распределению финансовых средств на переоснащение. Сравнение этого интегрального критерия по отдельным альтернативам позволяет выбрать для реализации ту из них, которая приводит к избранной цели (заданному показателю эффективности) с наименьшим уровнем риска.

Для визуализации процедуры принятия решений рассмотрим простейший случай динамики значений интервальных данных в координатах рассмотренных критериев, предусматривающий представление величины интервалов как константы (рис. 1).

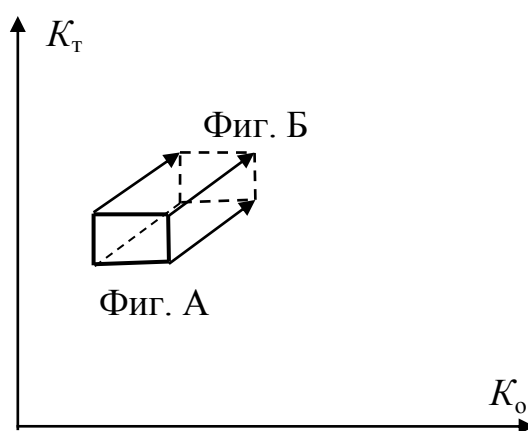


Рис. 1. Геометрическая интерпретация процедуры принятия решений

В этой связи оценка, полученная по предложенным критериям, представляет собой не конкретное значение, а интервал значений по критерию. Тогда каждый из вариантов переоснащения для конкретного подразделения МЧС России будет представлять область значений, изображенную на рис. 1 (Фиг. А). Увеличение значений количественных показателей, входящих в предложенные критерии, позволяют сдвинуть область значений варианта в сторону увеличения предпочтений ЛПР, рис. 1. Фиг. Б.

Заключение

Разработаны критерии оценки вариантов решений для методики по переоснащению подразделений МЧС России. Разработанные критерии позволили выбрать модель принятия решений, включающую в себя пессимистичные и оптимистичные критерии для выбора вариантов реализации концепции переоснащения. Разработаны уникальные количественные показатели для анализа результативности оснащённости территориальных подразделений МЧС России: критерий технической готовности, критерий оперативной готовности.

Предложенные критерии являются пригодным для оценивания оснащённости гарнизонов пожарной охраны в оперативном и техническом отношении.

Литература

1. **Указ** Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 603 "О реализации планов (программ) строительства и развития вооружённых сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов модернизации оборонно-промышленного комплекса".
2. **Инструкция** по организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Утв. приказом МЧС России от 18 сентября 2012 г. № 555. М.: МЧС России, 2012. 128 с.
3. **Алехин Е.М., Брушлинский Н.Н., Вагнер П. и др.** Пожары в России и в мире. Статистика, анализ, прогнозы. М.: изд. дом "Калан", 2002. 150 с.
4. **Тараканов Д.В.** Метод модификации векторного критерия в системе поддержки принятия решения при тушении крупного пожара // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 2 (30). 2010. 12 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
5. **Тараканов Д.В.** Подготовка управленческих решений при предварительном планировании тушения пожара // Матер. 5-й междунар. науч.-практ. конференции "Пожарная и аварийная безопасность. Ч. I. Иваново: изд-во "Юнона", 2010. С. 86-89.