

Н.Г. Топольский, А.П. Сатин, А.А. Маркин
РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛЬНО-
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Для установления необходимых объемов запасов пожарной техники на складах необходимо вести учет отказов того или иного агрегата или узла (либо при составлении базы данных строго отслеживать нормативную наработку узлов и агрегатов, гарантированную предприятиями изготовителями), учет расхода пенообразователя (по годам) и т.д. Контроль и своевременное пополнение запасов – центральный вопрос комплекса задач оперативного планирования и управления. Данную систему, возможно, построить как систему управления запасами.

Такие задачи делятся на статические и динамические. В статических задачах вопрос о создании того или иного запаса выступает как единичный акт (например, при возникновении ЧС однократное создание запаса топлива и т.д.); для задач динамических, которые приходится решать в повседневной жизни, расходование и пополнение запасов рассматривается как процесс, развертывающийся во времени.

С учетом того, что склады отрядов и частей, как правило, располагаются в подсобных помещениях и весьма ограничены, имеет смысл просчитать оптимальную номенклатуру запасов, хранящихся на этих складах.

Например, определяем список запасных частей, при отсутствии которых эксплуатация автомобиля запрещена, выстраиваем его по срокам наработки. Определяем потери времени простоя в ремонте при отсутствии запасных частей, если потери времени в данном подразделении превышают требования руководящих документов по срокам ТО и ремонта (с учетом нормативного времени монтажа изделия на автомобиль) и деталь при этом имеет небольшой ресурс, то целесообразно ее иметь на складе подразделения.

Количество запасных частей можно считать достаточным, если по всем типам отказывающих элементов выполняется условие вида:

$$M_i < \text{или} = m_{zi},$$

где M_i - число отказов запасных частей i -го типа, m_{zi} - число элементов i -го типа, находящихся на складе.

Коэффициент готовности техники и оборудования (K_g), с учетом достаточности запасных частей выражается по формуле:

$$K_g = T_o / (T_o + T_b + T_n)$$

где T_o - наработка на отказ; T_b - среднее время восстановления при неограниченном количестве запасных частей (норматив трудоемкости монтажа, испытания и т.д.); T_n - время простоя из-за отсутствия запасных частей

(сумма произведения времени вынужденного простоя из-за запасных частей определенной номенклатуры и вероятности отказа из-за запасных частей соответствующей номенклатуры при отказе техники или оборудования вообще. Суммируется по всей номенклатуре запасных частей).

Вероятность того, что задержка превзойдет время t , выразится экспоненциальной зависимостью $p(t) = e^{-kt}$. Пусть далее потери у поставщика запасных частей (из-за хранения запаса) равны P . Обозначим время, на которое хватит страхового запаса при работе с постоянным расходом v , через $t_{\text{ср}}$. Вероятность того, что задержка выполнения заказа лежит в пределах $t, t + dt$, равна $-dP(t) = k e^{-kt} dt$. Если $t > t_{\text{ср}}$, то потери при такой задержке будут равны $P(t - t_{\text{ср}})$, математическое ожидание этих потерь определится по формуле:

$$E = (P / k) e^{-kN_{\text{ср}}/v}.$$

В расчете на единицу продукта в заказываемой партии,

$$E = (P / k N_0) e^{-kN_{\text{ср}}/v}.$$

Дополнительные расходы от хранения страхового запаса в расчете на единицу заказываемого продукта равны $B N_{\text{ср}}/v$. Минимизация этих расходов приводит к оптимальному определению страхового запаса.

$$N_{\text{ср}} = (v / k) \ln (P / B N_0).$$

Для определения минимальных и максимальных запасов на случай ЧС можно также использовать математические методы оптимизации. В зависимости от условий задаются вещественные числа и исходя из их значимости решается вариационная задача, полученные данные сравниваются с нормативными и корректируются (в случае если норматив недостаточен для ликвидации ЧС).

В случае, когда имеется финансирование, которого явно недостаточно для обеспечения всех материальных потребностей, можно применить теорию игр. Такая задача будет иметь вид множественной игры. Результат игры будет иметь выигрыш, проигрыш или ничью. Это значит, что при определении срочности и полезности закупок имущества разной номенклатуры, при затруднении в выборе номенклатуры можно математическим способом просчитать, что будет выигрышем, а что не принесет реальной пользы в данной ситуации.

Параллельно можно решить транспортную задачу для сокращения сроков прибытия пожарных автомобилей к месту вызова. Для этого необходимо ввести карту города или района в компьютер, определить кратчайшие расстояния до различных объектов в разное время суток с учетом пробок, задать вероятность задержек в пробках, исходя из транспортного потока (для каждого времени суток, времени года и т.д.) с учетом местных особенностей.

Потребность в новой технике и оборудовании целесообразно

определить с помощью математического моделирования. Программа, установленная на ЭВМ, шаг за шагом повторяет все действия рассматриваемой системы массового обслуживания: определяет случайным образом в соответствии с заданным законом распределения моменты появления требований и длительность их обработки, в соответствии с заданной дисциплиной обслуживания производит постановку на очередь и т.д.

Все рассматриваемые задачи можно представить в виде взаимосвязанных программ для ЭВМ и решать в составе автоматизированной информационной системы (АИС) МТО МЧС России [1].

Литература

1. Топольский Н.Г., Симаков В.В., Сатин А.П. Совершенствование материально-технического обеспечения МЧС России с использованием современных информационных технологий // Материалы науч.-техн. конф. "Системы безопасности" – СБ-2006. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2006.