

Н.Г. Топольский, А.П. Сатин
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,
e-mail: ntolskii@mail.ru, alex35st@mail.ru)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СХЕМЫ СНАБЖЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС РОССИИ

В статье рассмотрены задачи экономии бюджетных средств для подразделений МЧС, включенных в централизованную схему снабжения. Данные задачи могут оказать помощь при подготовке централизованного графика снабжения от центра к потребителям при условии своевременности заказов требуемой номенклатуры и наличии достаточных складских площадей у центра.

Ключевые слова: снабжение, поставки, закупки, распределение.

Topolskiy N.G., Satin A.P.
**SOME FEATURES OF FUNCTIONING
OF THE CENTRALISED SCHEME OF SUPPLY OF DIVISIONS
OF THE MINISTRY OF EMERGENCY MEASURES OF RUSSIA**

In article problems of economy of budgetary funds of divisions of the Ministries of Emergency Measures concluded in the centralised scheme of supply are considered. The given problems can assist by preparation of the centralised schedule of supply from the centre to consumers under condition of timeliness of orders of the demanded nomenclature and presence of the sufficient warehouse areas at the centre.

Keywords: supply, deliveries, purchases, distribution.

Система материально-технического обеспечения МЧС России является сложной организационно-экономической и технической системой. Её главной целью является своевременное, качественное и полное обеспечение потребителей материальными ресурсами по требуемой номенклатуре. Пути повышения эффективности материально-технического обеспечения рассмотрены в [1-6].

В централизованной схеме снабжения вопросы материально-технического обеспечения берет на себя специализированный орган - центр, роль которого в МЧС России выполняют два департамента: департамент тыла и вооружения и департамент инвестиций и капитального строительства. Центр проводит оптовые закупки у производителей по оптовым (более низким) ценам, за счёт чего обеспечивается экономия бюджетных средств.

Рассмотрим задачу снабжения одним видом продукции. Пусть в текущий период имеется n подразделений, испытывающих острую потребность в определенном виде продукции. Обозначим через c_i цену, по которой i -ое подразделение может приобрести продукцию в требуемом объеме у сторонних организаций, v_i – количество продукции, необходимое i -му подразделению в рассматриваемый период времени. Очевидно, что подразделениям на местах централизованная система снабжения выгоднее только в случаях, если стоимость продукции (или затрат на услуги) q , получаемой из центра, будет меньше или равна c_i , то есть $q \leq c_i$.

Обозначим $P(q)$ число подразделений, имеющих централизованное снабжение при цене продукции q .

Количество продукции, заказываемое у центра, можно представить в виде

$$V(q) = \sum V_i.$$

Зависимость $V(q)$ имеет вид кусочно-постоянной, непрерывной слева, убывающей функции q .

Примем, что центр закупает продукцию у одного производителя (после проведения конкурса), получая скидки к оптовой цене при больших объемах закупок. Обозначим через $b(V)$ цену продукции производителя при объеме закупок V , который необходим одному подразделению для его нужд. Очевидно, что $b(V)$ также убывающая функция V (в ряде случаев также кусочно-постоянная). Экономия госбюджета при цене централизованной закупки q составит для n подразделений

$$\mathcal{E} = \left(\sum_{i=1}^n b(V_i) - q \right) V(q). \quad (1)$$

Полагаем, что транспортные расходы по доставке продукции от производителя к региональному центру входят в цену q , а доставка продукции от центра потребителям производится транспортом подразделений. Задача заключается в определении цены q , которая обеспечит максимальный экономический эффект для государства.

Для решения задачи перейдем от функции $V(q)$ к обратной функции $q(V)$. Эта функция показывает максимальную цену заказа объемом V , является убывающей, кусочно-постоянной и непрерывной слева (рис. 1).

Запишем выражение (1) в виде зависимости экономии от объема закупок для конкретного подразделения:

$$\mathcal{E}(V) = [b(V) - q(V)] V.$$

Получилась формула для конкретно взятого подразделения.

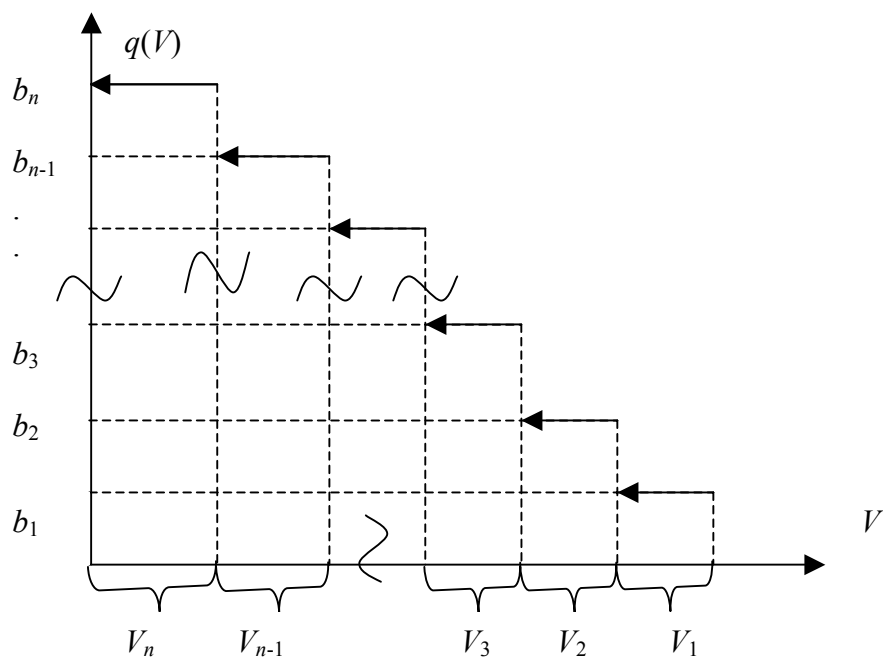


Рис. 1. Функция максимальной цены заказа

Обозначим разность цен $[b(V) - q(V)]$ через $\varepsilon(V)$ для удобства написания. Выражение примет вид

$$\mathcal{E}(V) = \varepsilon(V) V.$$

Геометрически эта величина равна площади прямоугольника со сторонами $\varepsilon(V)$ и V (рис. 2).

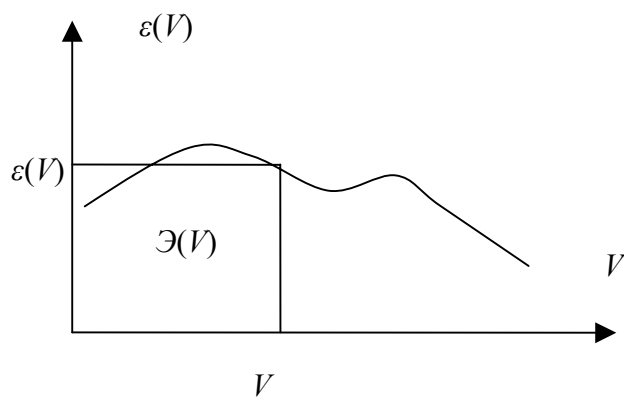


Рис. 2. Геометрическое отображение экономии централизованных поставок

Если для двух точек $(V_1 \varepsilon_1(V_1))$ и $(V_2 \varepsilon_2(V_2))$ имеет место $V_2 \geq V_1$ и $\varepsilon_2(V_2) \geq \varepsilon_1(V_1)$ то очевидно, что решение $(V_2 \varepsilon_2(V_2))$ лучше, чем решение $(V_1 \varepsilon_1(V_1))$. Это решение позволяет перейти от зависимости $\varepsilon(V)$ к зависимости $\tilde{\varepsilon}(V)$, которая является убывающей функцией. Способ построения этой зависимости показан на рис. 3. Зависимость $\tilde{\varepsilon}(V)$ показана толстой линией.

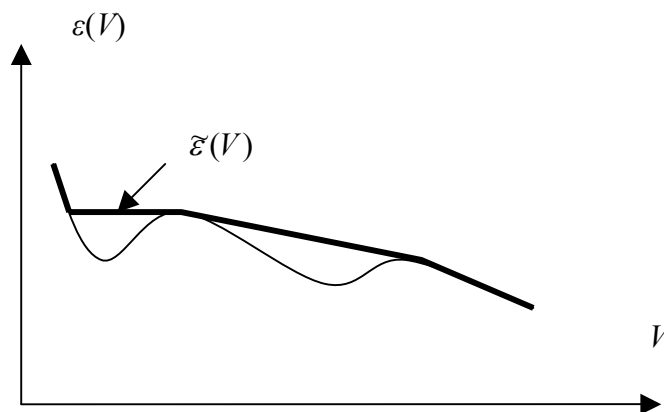


Рис. 3. Построение зависимости $\tilde{\varepsilon}(V)$

Так как зависимость $\tilde{\varepsilon}(V)$ является кусочно-постоянной, непрерывной слева функцией, сравним конечное число вариантов. Запишем условие того, что вариант $(V_1 \varepsilon_1)$ лучше варианта $(V_2 \varepsilon_2)$:

$$V_2 \varepsilon_2 > V_1 \varepsilon_1.$$

Перепишем условие в виде

$$\operatorname{tg} \lambda_1 = \frac{\varepsilon_1}{V_2} > \frac{\varepsilon_2}{V_1} = \operatorname{tg} \lambda_2.$$

Изобразим геометрически смысл этого выражения (рис. 4).

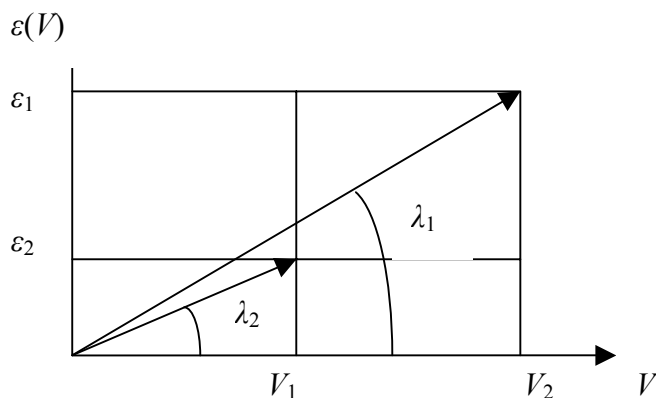


Рис. 4. Зависимость разности цен от объема поставок

Действительно, $\frac{\varepsilon_1}{V_2}$ равно тангенсу угла λ_1 , а $\frac{\varepsilon_2}{V_1}$ равно тангенсу угла λ_2 . Следовательно, вариант $(V_1 \varepsilon_1)$ лучше варианта $(V_2 \varepsilon_2)$, если угол λ_1 больше угла λ_2 . Это позволяет решать задачу геометрическим способом, попарно сравнивая варианты поставок.

Рассмотрим случай закупок у нескольких производителей.

Обозначим $b_k(x_k)$ – цену продукции k -го производителя при объёме заказа x_k . Экономия бюджета при цене централизованной закупки $q(V)$ составит

$$\Theta = [\sum_k x_k b_k(x_k) - q(V) \cdot V],$$

где $V = \sum_k x_k$.

Данная задача делится на две задачи.

Первая задача заключается в распределении заказов между производителями так, чтобы минимизировать стоимость заказа величины V . Пусть эта задача решена. Обозначим $Sm(V)$ – минимальная стоимость заказа величины V .

Вторая задача заключается в определении оптимальной величины заказа V так, чтобы максимизировать экономию бюджетных средств:

$$\Theta = Sm(V) - q(V) \cdot V.$$

Рассмотрим методы распределения первого заказа величины V между m производителями так, чтобы минимизировать стоимость заказа. Формальная постановка задачи: так определить объём величины $x_k \geq 0$, чтобы общий объём заказа был не менее V , то есть $\sum_{k=1}^m x_k \geq V$, а самая минималь-

ная стоимость заказа $S = \sum_{k=1}^m S_k(x_k)$, где $S_k(x_k) = x_k b_k(x_k)$. Сложность решения представленной задачи объясняется тем, что функции $b_k(x_k)$ разрывные (имеют скачки).

Рассматриваемые задачи относятся к многоэкстремальным задачам математического программирования. При решении этих задач используются специальные методы (динамического программирования, локальной оптимизации, ветвей и границ и другие).

Рассмотрим вариант решения задачи методом ветвей и границ. Рассмотрим это на конкретном примере двух производителей. Функция $S(x)$ первого производителя имеет вид, показанный на рис. 5, а второго – на рис. 6.

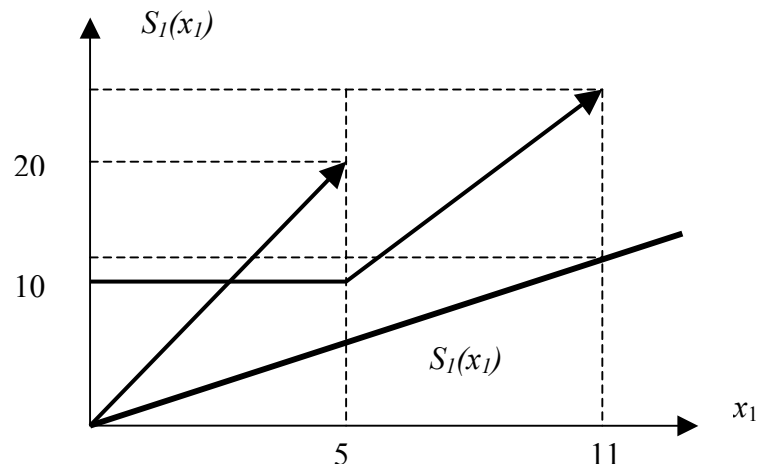


Рис. 5. Функция $S(x)$ первого производителя

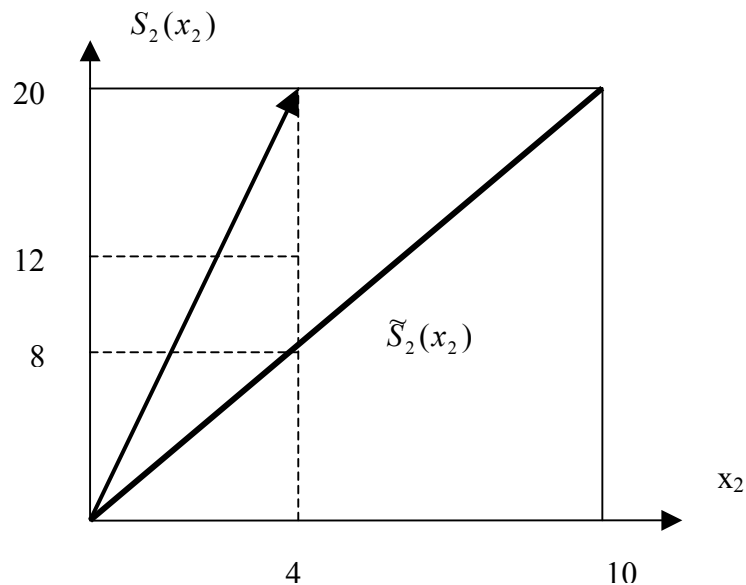


Рис. 6. Функция $S(x)$ второго производителя

Опишем метод получения нижней оценки стоимости заказа. Для получения такой оценки заменим функции $S_k(x_k)$ непрерывными выпуклыми функциями, которые всюду меньше (или равны) исходных функций. Оценочные функции $\bar{s}_1(x_1) = x_1$, $\bar{s}_2(x_2) = 2x_2$ показаны на рис. 5 и 6 толстыми линиями.

Решим задачу минимизации суммы оценочных функций. Это задача линейного (в общем случае выпуклого) программирования, для которой существуют эффективные методы решения. В рассматриваемом примере всё имеющееся количество продукции $x_1 = 12$ у первого производителя по цене $b_1 = 1$, а остальные $x_2 = 3$ единицы у второго по цене $b_2 = 2$. Стоимость

заказа составит 18 единиц. Фактическая стоимость такого заказа составляет $12 + 3 \cdot 5 = 27$ единиц, поскольку при заказе у второго производителя 3-х единиц продукции цена составит 3 единицы.

Рассмотрим следующие два варианта. В первом варианте заказ у второго производства не превышает трех единиц, а во втором – не меньше трех единиц, т.е. разобьем множество всех решений на два подмножества. Рассмотрим первое подмножество. Поскольку заказ у второго производителя не превышает трех единиц, то его оценочная функция будет уже другой, а именно $\bar{s}_2(x_2) = 5x_2$. Оптимальное значение оценочной задачи остается прежним: $x_1 = 12, x_2 = 3$. Однако, оценка стоимости заказа будет уже не 18 и 27, что совпадает с фактической стоимостью.

Рассмотрим второе подмножество. Так как заказ у второго производителя в этом подмножестве решений не менее трех единиц, то оценочная функция при $x_2 \geq 3$ будет иметь вид, показанный на рис. 7.

Опишем более подробно алгоритм решения оценочной задачи. Начнем с минимальных заказов у каждого производителя, то есть $x_1 = 0, x_2 = 4$ (поскольку оценочная стоимость заказа $x_2 = 4$ меньше, чем у заказа $x_2 = 3$). Сравнивая цены при небольшом увеличении заказов видим, что дополнительный заказ выгоднее делать у первого производителя ($\tilde{b}_1 = 1$), а не у второго ($\tilde{b}_2 = 2$), т.е. оптимальное решение оценочной задачи: $x_1 = 11, x_2 = 4$, а минимальная оценочная стоимость составляет 19 единиц.

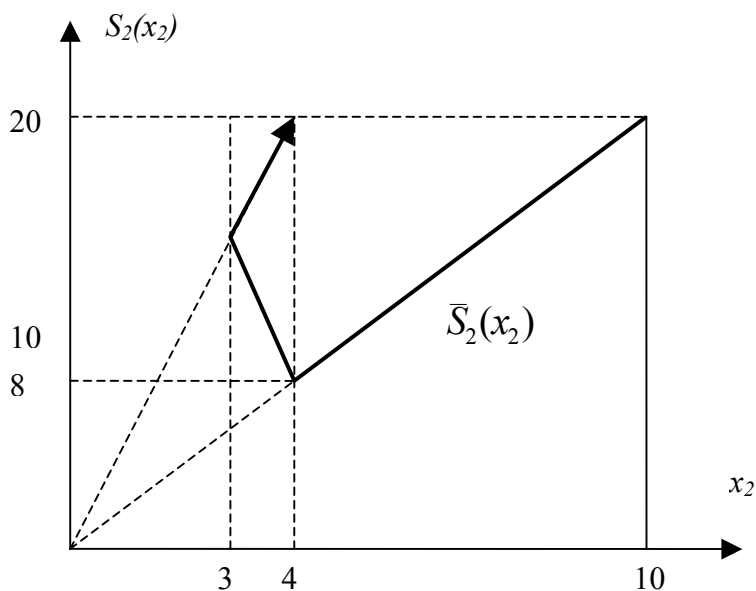


Рис. 7. Оценочная функция

При сравнении оценочных стоимостей рассматриваемых вариантов выясняется, что оценочная стоимость варианта два меньше. Фактическая стоимость в решении $x_1 = 11$, $x_2 = 4$ совпадает с оценочной, т.е. полученное решение является оптимальным решением всей задачи.

Таким образом, в статье рассмотрены задачи экономии бюджетных средств для подразделений МЧС, включенных в централизованную схему снабжения. Полученные результаты могут оказать помощь при подготовке централизованного графика снабжения от центра к потребителям при условии своевременности заказов требуемой номенклатуры и наличии достаточных складских площадей у центра. В целях максимальной экономии бюджетных средств и поставок по минимальным оптовым ценам выгоднее закупать всю партию товара и держать его либо на центральном складе, либо на складах региональных центров.

Литература

1. Топольский Н.Г., Симаков В.В., Сатин А.П. Совершенствование материально-технического обеспечения МЧС России с использованием современных информационных технологий // Материалы пятнадцатой научно-технической конференции "Системы безопасности" - СБ-2006. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. –С. 67-69.

2. Топольский Н.Г., Сатин А.П., Маркин А.А. Решение некоторых проблем материально-технического обеспечения математическими методами // Материалы пятнадцатой научно-технической конференции "Системы безопасности" - СБ-2006. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2006.-С 69-72.

3. Топольский Н.Г., Сатин А.П. Совершенствование системы материально-технического обеспечения МЧС России на основе поэтапного внедрения информационных технологий // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". - <http://ipb.mos.ru/ttb>. - 2007. - № 3. - 8 с.

4. Сатин А.П. Некоторые пути материально-технического обеспечения государственного пожарного надзора // Материалы шестнадцатой научно-технической конференции "Системы безопасности" - СБ-2007. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. -С 195-197.

5. Топольский Н.Г., Сатин А.П. Логистический подход к организации материально-технического обеспечения служб и подразделений МЧС России // Материалы семнадцатой научно-технической конференции "Системы безопасности" - СБ-2008. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2008.-С 102-105.

6. Топольский Н.Г., Сатин А.П. Энтропийная характеристика системы материально-технического обеспечения МЧС России с использованием смешанных способов доставки // Материалы семнадцатой научно-технической конференции "Системы безопасности" - СБ-2008. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2008.-С 109-111.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 24 января 2010 г.