

МОДЕЛЬ ПЛАНА СНАБЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

В.Т. Аверьянов, кандидат военных наук;
А.В. Башаричев, кандидат технических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрена практика работы органов управления ГПС МЧС России, которая показывает, что планирование снабжения становится возможным после того, как будут известны, с одной стороны, потребность потребителей (подразделений пожарной охраны) в материально-технических средствах, а с другой – фонды, выделяемые для снабжения на планируемый период. Решение задачи заключается в распределении наличных ресурсов и фондов материально-технических средств, выделенных системе снабжения соответствующего звена, между потребителями с учетом их важности и характера выполняемых задач в планируемом периоде.

Ключевые слова: планирование снабжения материально-техническими средствами

THE MODEL PLAN OF SUPPLY LOGISTICS UNITS OF THE FIRE BRIGADE

V.T. Averianov; A.V. Bacharihev.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article deals with the practice of the SBS management EMERCOM of Russia, which shows that the supply planning becomes possible once known for, on the one hand, users need (fire departments) in the logistical means and funds allocated for supplies for the planned period. The task is to distribute the available resources and funds and logistical supply of the corresponding link between consumers based on their importance and nature of tasks performed in the planned period.

Keywords: planning of supply logistics

Для решения задачи по разработке планов снабжения должна быть следующая исходная информация [1, 2]:

а) состав потребителей и их потребности по каждому виду материально-технических средств:

$$S = \{N_j \{ \Pi_f, B_{ff} \} f \} j$$

$$(j = 1, 2, \dots, n; f = 1, 2, \dots, F),$$

где N_j – условное обозначение (код) j номенклатуры; Π_f – условное обозначение (код) f потребителя; B_{ff} – фактическая потребность f потребителя в j номенклатуре;

б) фонды, выделяемые системе снабжения на планируемый период по j номенклатуре материально-технических средств:

$$S = \{ \Phi_j \}_j$$

$$(j = 1, 2, \dots, n).$$

Имея указанную информацию, необходимо спланировать снабжение потребителей всеми видами материально-технических средств, и результат решения этой задачи получить в виде:

$$S = \left\{ N_j \left\{ \Pi_f, b_{ff} \right\}_f \right\}_j,$$

где b_{ff} – количество материально-технических средств j наименования, выделяемого f потребителю на планируемый период.

При планировании снабжения в зависимости от складывающейся обстановки могут иметь место следующие случаи.

1. Общая потребность потребителей системы не превышает величины выделенных фондов по данной номенклатуре материально-технических средств, то есть:

$$B_j = \sum_{f=1}^F B_{ff} \leq \Phi_j.$$

В этом случае потребности удовлетворяются полностью, задача будет иметь однозначное решение для конкретных сложившихся условий и сведется к разложению величины Φ_j на ряд значений B_{ff} , чтобы удовлетворялось условие:

$$B_j = \sum_{f=1}^F B_{ff} = \Phi_j^* + \rho_j^*,$$

где Φ_j^* – фонды j номенклатуры, распределенные по потребителям; ρ_j^* – излишки j номенклатуры, оставшиеся после распределения.

2. Общая потребность потребителей системы превышает величину выделенных фондов по данной номенклатуре материально-технических средств, то есть:

$$B_j = \sum_{f=1}^F B_{ff} > \Phi_j.$$

При распределении образуется дефицит равный $\Delta\Phi_j = B_j - \Phi_j$, решение задачи будет сводиться к разложению величины Φ_j для каждого потребителя на ряд новых значений b_{ff}^* , чтобы удовлетворялось условие:

$$\Phi_j = \sum_{f=1}^F b_{ff}^*,$$

$$\sum_{f=1}^F b_{ff}^* = \sum_{f=1}^F B_{ff} - \Delta\Phi_j.$$

В этом случае решение задачи существует, но оно неоднозначно. Эта неоднозначность обуславливается самой сущностью процесса планирования, требующего учета многих факторов, которые влияют на планирование снабжения. В силу этого планирование всегда в большей или меньшей степени сопряжено с элементами перебора, то есть с рассмотрением множества возможных решений, удовлетворяющих сложившейся обстановке.

Существенную помощь в решении подобных многовариантных задач, в оценке различных вариантов планов и выборе лучшего из них могут оказать модели, разработанные для исследования конкретного процесса, в данном случае процесса планирования снабжения.

Ниже приводится один из возможных путей моделирования снабжения потребителей материально-техническими средствами для случая, когда выделенные системе фонды меньше потребностей.

Пусть $B_j = \sum_{f=1}^F B_{jf}$ – потребность системы в j наименовании материально-технических

средств на планируемый период, а Φ_j – фонд, выделяемый на этот планируемый период,

причем $\Phi_j < \sum_{f=1}^F B_{jf}$.

В этом случае общий дефицит составляет величину $\Delta\Phi_j$, которую каким-то образом требуется «урезать» от потребителей, и покрыть этот дефицит.

Процесс моделирования будет заключаться в том, чтобы на первом этапе построить первоначальный вариант плана, и произвести его оценку по принятому критерию. В случае если первоначальный вариант не удовлетворяет требованиям (полученная оценка недостаточно хороша), то путем проведения ряда последовательных приближений (итераций) рассматриваются другие, лучшие варианты, производится их оценка и выбирается наиболее оптимальный (рациональный) вариант.

Моделирование снабжения при дефиците ресурсов и распределение материально-технических средств могут осуществляться, например, с учетом таких факторов, как:

- значимость потребителя;
- уровень обеспеченности потребителя на начало планируемого периода;
- предлагаемый расход материально-технических средств потребителям в планируемом периоде и др.

При этом под фактором значимости потребителя может пониматься его оперативное значение, важность решаемых им задач, удаленность от поставки, возможности завоза к нему материально-технических средств в течении планируемого периода и т.п.

Под фактором обеспеченности потребителя понимается ожидаемое наличие данного вида материально-технических средств у потребителя на начало планируемого периода.

Для учета фактора значимости потребителя необходимая информация должна задаваться перед началом моделирования соответствующими должностными лицами.

Наиболее простым и доступным способом задания этого критерия может быть указание об очередности удовлетворения потребностей при сложившихся условиях.

Эта информация может иметь вид:

$$S = \{I_f, K_f\}_f,$$

$$(f = 1, 2, \dots, F),$$

где K_f – очередность удовлетворения f потребителя в данном планируемом периоде.

Очередность удовлетворения потребителей в зависимости от конкретных условий может устанавливаться, например, так:

- потребители, выполняющие наиболее важную задачу, подлежат удовлетворению в первую очередь, для них $K_f = 1$;
- потребители, выполняющие менее важную задачу, удовлетворяются во вторую очередь, для них $K_f = 2$ и т.д.

Введем так называемый коэффициент значимости потребителя и обозначим его величиной, обратной очередности удовлетворения:

$$\mu_f = \frac{1}{K_f} (0 \leq \mu_f \leq 1).$$

Если принять, что потребители, у которых $\mu_f = 1$, подлежат удовлетворению полностью в соответствии со своей потребностью, то потребители, у которых $\mu_f < 1$, должны удовлетворяться не полностью. Поэтому у каждого из таких потребителей необходимо произвести некоторое урезание поставки на какую-то величину δ_{fj} , чтобы общей суммой недопоставок можно было бы покрыть образовавшийся дефицит, то есть выполнить условие:

$$\Delta\Phi_j = \sum_{f=1}^{F^*} \delta_{fj},$$

$$(f = 1, 2, \dots, F^*),$$

где δ_{fj} – величина недопоставки j номенклатуры f потребителю; F^* – количество потребителей с $\mu_f < 1$.

Исходя из поставленных условий за критерий урезания величины поставки потребителям, у которых $\mu_f < 1$, можно принять так называемый относительный коэффициент значимости потребителя, равный:

$$\beta_{fj} = \left(\frac{Y_{fj}}{\mu_f}\right) : \sum_{f=1}^{F^*} \left(\frac{Y_{fj}}{\mu_f}\right),$$

где $Y_{fj} = B_{fj} + \chi_{fj}^{(n)}$ – величина предполагаемого расхода j номенклатуры f потребителем в планируемом периоде; $\chi_{fj}^{(n)}$ – обеспеченность f потребителя j номенклатурой на начало планируемого периода; μ_f – коэффициент значимости f потребителя.

При этих условиях величина недопоставки j номенклатуры f потребителю может быть определена следующим образом:

$$\delta_{fj} = \beta_{fj} \Delta\Phi_j = \frac{(B_{fj} + \chi_{fj}^{(n)}) \Delta\Phi_j}{\mu_f \sum_{f=1}^{F^*} \left(\frac{B_{fj} + \chi_{fj}^{(n)}}{\mu_f}\right)}. \quad (1)$$

Тогда количество выделяемого потребителю имущества j номенклатуры определится следующим образом:

$$b_{fj}^* = B_{fj} - \delta_{fj}. \quad (2)$$

Поскольку к моменту планирования должны быть известны для каждого потребителя все величины, входящие в выражения (1) и (2), то решение задачи становится возможным. При этом окончательный результат решения всегда будет удовлетворять условию:

$$\sum_{f=1}^{F^*} b_{fj}^* = \sum_{f=1}^{F^*} B_{fj} - \sum_{f=1}^{F^*} \delta_{fj},$$

где

$$\sum_{f=1}^{F^*} \delta_{fj} = \Delta\Phi_j \sum_{f=1}^{F^*} \frac{(B_{fj} + \chi_{fj}^{(n)})}{\mu_f \sum_{f=1}^{F^*} \left(\frac{B_{fj} + \chi_{fj}^{(n)}}{\mu_f}\right)} = \Delta\Phi_j,$$

так как

$$\sum_{f=1}^{F^*} \frac{(B_{ff} + \chi_{ff}^{(H)})}{\mu_f \sum_{f=1}^{F^*} \left(\frac{B_{ff} + \chi_{ff}^{(H)}}{\mu_f} \right)} = 1.$$

Оценим уровень обеспеченности потребителей j номенклатурой после «урезания» у них некоторой части поставки через коэффициент их фактической обеспеченности:

$$\lambda_{ff} = \frac{b_{ff}^*}{B_{ff}},$$

а общий уровень обеспеченности потребителей с K очередностью удовлетворения через средневзвешенный коэффициент обеспеченности:

$$\bar{\lambda}_j^{(k)} = \frac{1}{F^{(k)}} \sum_{f=1}^{F^{(k)}} \lambda_{ff},$$

где $F^{(k)}$ – количество потребителей с K очередностью удовлетворения.

Найдем допустимое отклонение средневзвешенного коэффициента обеспеченности потребителей K очередности:

$$\varepsilon_{\bar{\lambda}}^{(k)} = t_q \delta_{\bar{\lambda}} = \frac{t_q}{\sqrt{F^{(k)}(F^{(k)} - 1)}} \sqrt{\sum_{f=1}^{F^{(k)}} (\lambda_{ff} - \bar{\lambda}_j^{(k)})^2},$$

где $\delta_{\bar{\lambda}}$ – среднеквадратичное отклонение оценки $\bar{\lambda}_j^{(k)}$; t_q – число среднеквадратичных отклонений от $\bar{\lambda}_j^{(k)}$ при принятой погрешности q .

Произведем оценку рациональности составленного плана. Например, если принять, что решение удовлетворяет условию:

$$\left. \begin{array}{l} \bar{\lambda}_j^{(k)} \leq \lambda_{ff}; \\ \bar{\lambda}_j^{(k)} > \lambda_{ff} \text{ при } \bar{\lambda}_j^{(k)} - \lambda_{ff} = \Delta \lambda_{ff} \leq \varepsilon_{\bar{\lambda}}^{(k)}, \end{array} \right\}$$

то планирование снабжения осуществлено рационально.

Если для одного или ряда потребителей из числа $F^{(k)}$ с $\bar{\lambda}_j^{(k)} < \lambda_{ff}$ условие $\Delta \lambda_{ff} \leq \varepsilon_{\bar{\lambda}}^{(k)}$ не выполняется, то считается, что планирование осуществлено нерационально. В этом случае необходимо произвести перераспределение величин недопоставок между потребителями K очередности с тем, чтобы потребителям, у которых уровень обеспеченности ниже допустимого ($\Delta \lambda_{ff} > \varepsilon_{\bar{\lambda}}^{(k)}$), поднять его до уровня средневзвешенного коэффициента $\bar{\lambda}_j^{(k)}$.

Одним из вариантов такого перераспределения величин недопоставок может быть, например, всем потребителям, у которых $\Delta \lambda_{ff} > \varepsilon_{\bar{\lambda}}^{(k)}$, назначается новая величина поставки

$$b_{ff}^{**} = b_{ff}^* \bar{\lambda}_j^{(k)}$$

такой, чтобы выполнялось условие $\lambda_{ff} = \bar{\lambda}_j^{(k)}$.

В этом случае после перераспределения получим:

$$Z_j = \sum_{f=1}^{F^{(k)*}} (b_{fj}^{**} - b_{fj}^*),$$

где $F^{(k)*}$ – количество потребителей K очередности удовлетворения, у которых уровень обеспеченности ниже допустимого, то есть $\Delta\lambda_{fj} > \varepsilon_{\lambda}^{(k)}$.

Величину Z_j необходимо «урезать» от поставок потребителей этой же очередности удовлетворения, у которых уровень обеспеченности $\lambda_{fj} > \bar{\lambda}_j^{(k)}$, то есть выше допустимого. Это можно сделать, например, «урезанием» равными долями от всех или пропорционально величинам потребности того или иного потребителя.

На рисунке представлена укрупненная блок-схема модели планирования снабжения.

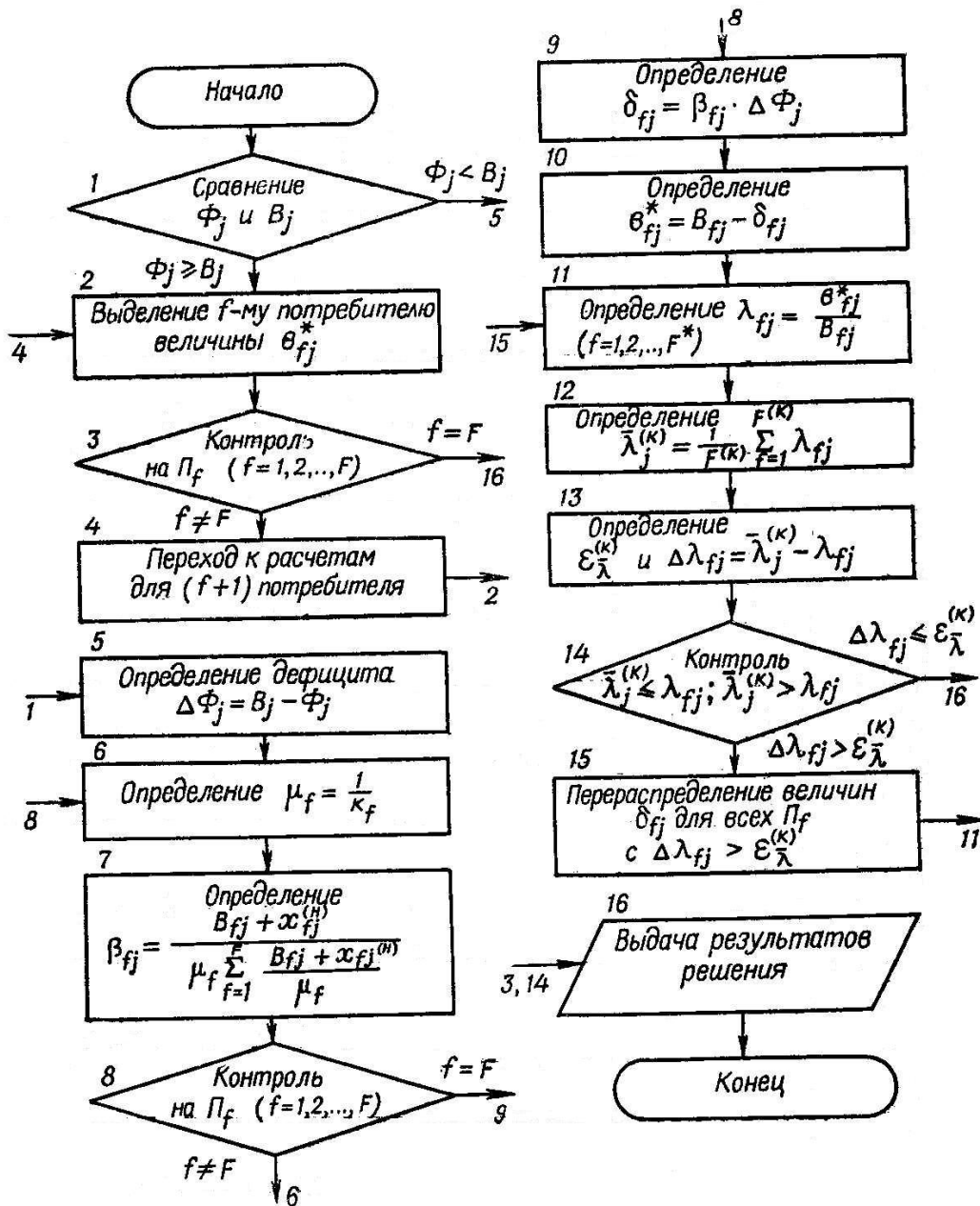


Рис. Укрупненная блок-схема модели планирования снабжения

Результаты экспериментального моделирования снабжения потребителей номенклатурой материально-технических средств (при $V_j=103400$ ед., $\Phi_j=95000$ ед. и $q=2\%$) представлены в таблице.

Таблица. Результаты экспериментального моделирования снабжения потребителей номенклатурой материально-технических средств

Потребители P_f	Очередность удовлетворения K_f	Коэффициент значимости μ_f	Потребность B_{ff}	Обеспеченность $\chi_{ff}^{(n)}$	Предполагаемый расход Y_{ff}	Величина недопоставки δ_{ff}	Выделено b_{ff}^*	Коэффициент обеспеченности λ_{ff}	Средневзвешенный коэффициент обеспеченности $\bar{\lambda}_j^{(k)}$
P_1	1	1	4200	1500	5700	—	4200	1,0	1,0
P_2	1	1	3500	850	4350	—	3500	1,0	
P_3	1	1	2800	400	3200	—	2800	1,0	
P_4	1	1	4000	700	4700	—	4000	1,0	
P_5	2	0,5	3700	250	3950	226	3474	0,94	0,938
P_6	2	0,5	3500	300	3800	218	3282	0,94	
P_7	2	0,5	2700	800	3500	168	2532	0,938	
P_8	2	0,5	4000	0	4000	230	3770	0,94	
P_9	2	0,5	1500	300	1800	100	1400	0,935	
P_{10}	2	0,5	7000	1000	8000	448	6552	0,937	
P_{11}	2	0,5	3700	0	3700	216	3484	0,94	0,906
P_{12}	3	0,33	7000	0	7000	592	6408	0,916	
P_{13}	3	0,33	4200	500	4700	398	3802	0,905	
P_{14}	3	0,33	5700	850	6550	553	5147	0,903	
P_{15}	3	0,33	7000	1000	8000	676	6324	0,903	
P_{16}	3	0,33	3500	600	4100	346	3154	0,901	
P_{17}	3	0,33	4000	500	4500	380	3620	0,905	
P_{18}	3	0,33	2000	0	2000	169	1831	0,916	
P_{19}	3	0,33	4800	700	5500	464	4336	0,903	0,869
P_{20}	4	0,25	3700	700	4400	492	3208	0,867	
P_{21}	4	0,25	5500	1000	6500	725	4775	0,868	
P_{22}	4	0,25	3700	0	3700	413	3287	0,889	
P_{23}	4	0,25	4200	800	5000	558	3642	0,867	
P_{24}	4	0,25	5000	1000	6000	670	4330	0,865	
P_{25}	4	0,25	2500	700	3200	358	2142	0,857	
Итого			103400	14450	117850	8400	95000		

После такого перераспределения составленный вариант плана снабжения будет рациональным, так как все поставленные условия выполняются.

Конкретный способ перераспределения величин недопоставок может быть предусмотрен при разработке алгоритма и программы решения задачи на ПК.

На рисунке изображена укрупненная блок-схема модели планирования снабжения потребителей материальными средствами, а в таблице даны результаты экспериментального моделирования снабжения потребителей материально-техническими средствами с оценкой вариантов обеспеченности по заданным критериям.

Рассмотренная модель, очевидно, может быть использована органами управления при организации снабжения и оценке различных вариантов планов. Модель может также быть рекомендована и для других задач, сводящихся к рассмотрению баланса возможностей и потребностей при образовании дефицита.

Литература

1. Голушко И.М., Варламов Н.В. Основы моделирования и автоматизации управления тылом. М.: Воениздат, 1982. 237 с.
2. Автоматизация управления тылом / А.С. Музыченко [и др.]. М.: Воениздат, 1976. 317 с.