

УДК 355.6

DOI: 10.34670/AR.2020.87.65.060

Решения задачи распределения ресурса материальных средств частям в ходе выполнения задач по назначению в условиях дефицита математическими методами

Кучинский Владимир Николаевич

Преподаватель 102 кафедры,
Военно-космическая академия,
197082, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13;
e-mail: vov.kuch72@rambler.ru

Аннотация

В статье рассматривается процесс выработки решения на материально-техническое обеспечение при выполнении задач частей по назначению, который предполагает выполнение достаточно широкого спектра задач по организации материального обеспечения, наиболее важными из которых является задача рационального распределения ресурса и размеров партий материальных средств между некоторым числом поставщиков и потребителей. Данная задача решается методом распределения ресурса материальных средств в условиях их дефицита на основе оценки приоритета потребителей и размера заявленной ими потребности с учетом общего уровня обеспеченности. Предложенный метод распределения запасов МС, с одной стороны, оценивает относительную важность потребителей (их весомость в выполнении общей задачи), что позволяет реализовать принцип сосредоточения основных усилий СМТО на решении основных задач, с другой стороны, оценивает заявленные потребности и вводит ограничения по критическому уровню запасов, тем самым позволяя поддерживать запасы МС у всех потребителей на приемлемом уровне и не допускать отказа в их обслуживании СМТО. Снижение уровня функционирования по мере расходования МС при предлагаемом распределении будет равномерным и позволит продлить продолжительность существования СМТО общевойсковой армии в целом, не допуская преждевременных отказов СМТО отдельных соединений (частей).

Допуская определенную степень произвольности в расстановке индексов значимости частей, метод в конечном счете не предписывает ответственному должностному лицу какое-либо правильное решение, но позволяет ему найти вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Для цитирования в научных исследованиях

Кучинский В.Н. Решения задачи распределения ресурса материальных средств частям в ходе выполнения задач по назначению в условиях дефицита математическими методами // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 12А. С. 118-126. DOI: 10.34670/AR.2020.87.65.060

Ключевые слова

Материально-техническое обеспечение, распределения ресурса, заявленная потребность, фактическое наличие, рациональное распределение.

Введение

Процесс выработки решения на материально-техническое обеспечение частей в ходе выполнения задач по предназначению предполагает выполнение достаточно широкого спектра задач по организации материального обеспечения (МО) [Алтухов, 1984; Голушко, Варламов, 1982, Петухов, 1989], наиболее важными из которых является задача рационального распределения ресурса и размеров партий материальных средств (МС) между некоторым числом поставщиков и потребителей.

Способы решения задачи распределения ресурса материальных средств частям в ходе выполнения задач по предназначению

Основным (определяющим) условием в ходе моделирования процесса распределения поставок МС между поставщиками и потребителями выступает соотношение между размером заявленной потребности и фактическим наличием МС у поставщиков [Вентцель, 2006; Жуков, 1987]. Если заявляемая потребность не превышает фактического наличия МС данного вида у поставщиков (ситуация профицита), то, как правило, формулируется и решается задача рационального распределения потребителей по поставщикам в целях минимизации издержек на доставку. В качестве таких издержек чаще всего выступают прямые затраты материальных (денежных) средств, понесенные в процессе перемещения партий грузов между исходным пунктом (склад) и пунктом назначения (потребитель): расход горючего, моторесурса транспорта подвоза, экспедиторские затраты и прочее [Косенко, 1989; Лотоцкий, Мандель, 1991]. При этом, по сути, ведется поиск наиболее рациональных маршрутов перемещения определенных (соответствующих потребности) партий МС [Голушко, Варламов, 1982]. Заявки потребителей при этом удовлетворяются в полном объеме, а излишек МС (размер превышения фактического наличия над потребностью) относится в резерв.

Задачи такого типа достаточно полно исследованы [Вентцель, 2006] и относятся, как правило, к задачам целочисленного линейного программирования и классифицированы в теории исследования операций как транспортные задачи.

В настоящее время можно утверждать, что созданная в Вооруженных Силах система материально-технического обеспечения (СМТО) спроектирована таким образом, чтобы осуществлять (по уровню содержания запасов МС и возможностям транспорта подвоза в каждом из звеньев системы) бездефицитное обеспечение МС частей на всех этапах эскалации и развертывания военного конфликта. Вместе с тем, условия функционирования СМТО войск в этих условиях имеют высокую степень неопределенности. Эта неопределенность касается как объема задач, стоящих перед СМТО, так и ее функциональных возможностей в дискретные моменты времени и обусловлена, главным образом, деструктивным воздействием на систему со стороны противоборствующей стороны.

Определенный запас прочности СМТО в виде требований к автономности¹ ее различных уровней (звеньев) на протяжении некоторого времени предохраняет систему от разрушения в условиях нарушения внешних связей, вместе с тем, исчерпание этого ресурса в одном из звеньев (элементов) СМТО может привести к необратимому разрушению системы в целом.

В связи с этим возникает необходимость в поиске средств рационализации процессов МО частей в условиях нарушения внешних связей, то есть в условиях автономно функционирующей СМТО. Актуальным представляется, например, поиск способов распределения по потребителям МС в условиях их дефицита. Применение таких методологических средств может сделать неизбежное в условиях достаточно продолжительного периода автономного функционирования СМТО снижение уровня работоспособности по параметру обеспеченности частей запасами МС равномерным.

Для более наглядной оценки математических методов [Бусленко, 1987] сформулируем задачу распределения в конкретных числовых величинах: имеется набор частей с зафиксированными потребностями в МС i -го наименования, известно фактическое наличие МС данного наименования, распределение одноэтапное.

Распределение запасов МС в условиях их дефицита на практике, как правило, осуществляется [Лотоцкий, Мандель, 1991]:

в порядке уменьшения приоритета потребителей;

пропорционально размеру потребностей частей и подразделений с учетом общей обеспеченности.

В первом случае алгоритм распределения МС строится следующим образом:

а) выбираются части (подразделения) с наивысшим приоритетом, для которых количество отпускаемых МС определяется по следующей зависимости:

$$Q_{ij}^K = \begin{cases} Q_{rij}^K, & \text{если } Q_i^K \geq Q_{rij}^K, \\ Q_i^K, & \text{если } Q_i^K < Q_{rij}^K, \end{cases} \quad (1)$$

где Q_i^K – имеющийся в наличии ресурс МС i -го вида на K -м этапе распределения;

Q_{ij}^K – количество МС i -го вида, выделенных j -му соединению (части) на K -м этапе распределения;

Q_{rij}^K – потребность j -го соединения (части) в i -м виде МС на K -м этапе распределения;

б) из оставшегося количества МС ($\Delta Q_i^K = Q_i^K - Q_{ij}^K$) остальные части и подразделения обеспечиваются пропорционально потребности.

Таким образом, дополнительным условием к начальной задаче должно стать распределение приоритета. На практике, как правило, это условие объявляется решением командира (начальника) в форме первоочередности обеспечения. При этом части, которым высший приоритет в обеспечении не назначен, планируется обеспечивать «во вторую очередь».

Достоинствами данного метода является реализация принципа сосредоточения усилий на

¹ Под автономностью элементов СМТО в данном случае понимается продолжительность их гарантированного МТО без подачи МС извне.

главном направлении (части обеспечиваются в соответствии с приоритетом, назначенным в зависимости от характера и важности решаемых ими задач). Недостаток метода состоит в том, что он допускает отказ в удовлетворении заявок с низким приоритетом при низкой общей степени обеспеченности.

Во втором случае имеющиеся запасы МС (Q_{ij}) распределяются по этапам выполняемых задач следующим образом:

$$Q_{ij}^K = \frac{Q_i^K Q_{pij}^K}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m Q_{pij}^K}, \quad \text{если } Q_i^K < \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m Q_{ij}^K, \quad (2)$$

где N – номенклатура распределяемых МС;

m – количество соединений (частей).

Решение задачи этим методом решается распределением МС пропорционально потребности с учетом общей обеспеченности.

Достоинством данного метода является равномерность распределения ресурса, не допускающая отказов в удовлетворении заявки, недостатком – отсутствие возможности реализации одного из основных принципов МТО – сосредоточения усилий на главном направлении (части обеспечиваются пропорционально общей обеспеченности вне зависимости от характера и приоритета решаемых ими задач).

Анализ рассмотренных выше методов делает целесообразным поиск нового метода, который соединил бы в себе достоинства первого и второго.

Для достижения этой цели возможно использование следующего алгоритма [Ильичёв, Волков, Глушанский, 1992; Лукашин, 2003; Плетнев, 1977; Трухаев, 1989]. Если

$Q_i^K - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m Q_{pij}^K < 0$, то Q_i^K распределяется пропорционально относительной важности (приоритета) и потребности каждой части, подразделения:

$$Q_{ij}^k = (1 - \gamma) \frac{Q_i^K a_j}{\sum_{j=1}^m a_j} + \gamma \frac{Q_i^K Q_{pij}^K}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m Q_{pij}^K}, \quad (3)$$

где a_j – коэффициент приоритета j -й части (подразделения);

γ – коэффициент, отражающий общий уровень обеспеченности в i -х МС на K -м этапе;

$$\gamma = \left| \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m Q_{pij}^K - Q_i^K}{Q_i^K} \right|, \quad (4)$$

При этом для всех потребителей необходимо соблюдать следующие ограничения:

$$Q_{ij}^K \leq Q_{pij}^K, \quad (5)$$

обозначающее, что выделяемый ресурс МС не должен превышать потребности в них;

$$Q_{ij}^K > 0, \quad (6)$$

обозначающее недопущение отказа в обслуживании. Для поддержания СМТО в состоянии позволяющем выполнять задачи по предназначению необходимо обеспечить поддержание ЗМС на уровне, не ниже критического. Критическим уровнем может считаться такая величина запасов, при которой СМТО утрачивает работоспособность. Критический уровень ЗМС в зависимости от их вида может быть различным. Таким образом, ограничение (6) может принимать вид

$$Q_{ij}^K \geq x Q_{pij}^K, \quad (7)$$

где x – коэффициент, определяющий критический уровень запасов i -го наименования.

Коэффициент приоритета (α_j), отражающий полезность элемента в общей системе, может определяться различными способами (методами), в частности методом экспертных оценок или решением ответственного должностного лица. Вместе с тем, по нашему мнению, в данном случае целесообразно применять метод относительных предпочтений [Саати, 1989], который, по сравнению с методом экспертных оценок, требует гораздо меньших административных и временных затрат, а по сравнению со второй названной альтернативой позволяет существенно снизить степень произвольности принимаемого решения.

Относительная важность h_i элемента системы записывается в виде отношения порядка. Значимость элементов определяется на основе предпочтений выбирающего.

Запишем вариант принятого решения по значимости соединений и воинских частей следующим порядком:

$$\begin{matrix} h_1 = h_2 > h_4 = h_5 > h_6 > h_3 > h_7 > h_8 \\ 10 & 10 & 7 & 7 & 4,5 & 4 & 3 & 2 \end{matrix}, \quad (8)$$

Факторы сравниваются попарно между собой путем деления значения одного на значение

$$\beta_{ij} = \frac{h_i}{h_j}.$$

другого:

Полезность α_i элемента h_i определяется из соотношения:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^n \beta_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \beta_{ij}}, \quad (9)$$

при обязательном условии $\sum \alpha_i = 1,0$.

Подстановка полученных значений в формулу (3) дает следующее решение задачи распределения МС. При этом в случае, если полученное решение по одному или нескольким потребителям не удовлетворяет условию (5) (случай высокого приоритета при малом «весе» заявки), то заявленная потребность этих потребителей удовлетворяется полностью, а оставшееся количество МС распределяется с учетом приоритета по остальным потребителям. В случае, если полученное решение по одному или нескольким потребителям не удовлетворяет условию (7) (случай низкого приоритета при низкой общей обеспеченности), то сначала ресурс распределяется по (7), а затем оставшееся количество МС распределяется по (3–9).

Решение задачи распределения МС пропорционально размеру потребности и коэффициенту относительной важности частей и подразделений

Таким образом, предложенный метод распределения ресурса МС в условиях их дефицита позволяет учитывать как приоритет потребителей, оцененный методом относительных предпочтений (8, 9), так и определенный исходя из общего уровня обеспеченности «вес» потребности, заявленной каждым из потребителей (3, 4).

Данный метод рекомендуется применять при решении задач распределения частям ресурса МС.

Выводы

Предложенный метод распределения запасов МС, с одной стороны, оценивает относительную важность потребителей (их весомость в выполнении общей задачи), что позволяет реализовать принцип сосредоточения основных усилий СМТО на решении основных задач, с другой стороны, оценивает заявленные потребности и вводит ограничения по критическому уровню запасов, тем самым позволяя поддерживать запасы МС у всех потребителей на приемлемом уровне и не допускать отказа в их обслуживании СМТО. Снижение уровня функционирования по мере расходования МС при предлагаемом распределении будет равномерным и позволит продлить продолжительность существования СМТО общевойсковой армии в целом, не допуская преждевременных отказов СМТО отдельных соединений (частей).

Допуская определенную степень произвольности в расстановке индексов значимости частей, метод в конечном счете не предписывает ответственному должностному лицу какое-

либо правильное решение, но позволяет ему найти вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Библиография

1. Алтухов П. К. Основы теории управления войсками. - М.: ВН, 1984. - 221 с.
2. Бусленко А. В. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. - М.: Наука, 1987. 239 с.
3. Вентцель, Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология: учеб. пособие для вузов / Е. С. Вентцель. - М.: Дрофа, 2006. - 208 с.
4. Голушко И.М., Варламов Н.В. Основы моделирования и автоматизации управления тылом. - М.: Воениздат, 1982. - 238 с.
5. Горстко А. Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. - М.: Мир, 1981. - 112 с.
6. Горлов А.М., Кораблев Г.М. К вопросу о математическом моделировании операций // Военная мысль № 1. - М.: 1981. - с. 60-64.
7. Дуброва Т. А., Статистические методы прогнозирования: учеб. пособие для вузов / Т. А. Дуброва. - М.: Юнити-Дана, 2003. - 206 с.
8. Жуков Г. П., Военно-экономический анализ и исследование операций / Г. П. Жуков, С. Ф. Викулов. - М.: Воениздат, 1987. - 440 с.
9. Иващенко А.В., Сыпченко Р.П. Основы моделирования сложных систем на ЭВМ. - Л.: ЛВВИСУ, 1988. - 272 с.
10. Ильичёв А.В., Волков В.Д., Глушанский В.А. Эффективность проектируемых элементов сложных систем. - М.: Высшая школа, 1992. - 280 с.
11. Иоффе А.Я. Статистическое моделирование. - Л.: 1964. - 146 с.
12. Колемаев В.А. и др. Теория вероятностей и математическая статистика // Учебное пособие для экон. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1991. - 400 с.
13. Косенко Б. Ф. Основы теории решений. Часть 2 "Методология моделирования". - Л.: ВАТТ, 1986. 150 с.
14. Лотоцкий В.А., Мандель М.С. Модели и методы управления запасами. - М.: Наука, 1991. - 192 с.
15. Лукашин Ю. П., Адаптивные методы прогнозирования краткосрочных временных рядов: учеб. пособие / Ю. П. Лукашин. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 416 с.
16. Метод относительных предпочтений в задачах выбора. Выбор места для организации регионального склада [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.referat.yabotanik.ru/emm_metod_otnositelnih_predpochteniy_v.doc. - Дата доступа: 10.06.2011.
17. Петухов Г.Б. Основы теории эффективности целенаправленных процессов. Методология, методы, и модели. - Л.: ВНЦН, 1989. - 660с.
18. Плетнев И.Л. и др. Эффективность и надежность сложных систем. - М.: Машиностроение, 1977. - 216 с.
19. Трухаев Р.И. Модели принятия решения в условиях неопределённости. - М.: Наука, 1989. 258 с.
20. Сергиенко Н.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. - Киев: Наука, 1985. - 384 с.
21. Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. - М.: Радио и связь, 1989. - 316 с.
22. Янцев, А. П. Основы обработки и передачи информации // А. П. Янцев [и др.] - М.: Воениздат, 1978. - 423 с.

Solving the problem of allocating the resource of material resources to parts in the course of performing tasks for their intended purpose in conditions of scarcity by mathematical methods

Vladimir N. Kuchinskii

Lecturer of the Department 102,
Military Space Academy,
197082, 13, Zhdanovskaya str., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: vov.kuch72@rambler.ru

Abstract

The article examines the decision-making process in logistics with tasks of parts for the intended purpose, which involves the performance of quite a wide range of tasks on organization of material support, the most important of which is the task of rational resource allocation and batch sizes and material resources between a number of suppliers and consumers. This problem is solved by the method of allocating the resource of material resources in conditions of their shortage based on the assessment of the priority of consumers and the size of their declared needs, taking into account the overall level of security. The article considers the process of developing a solution for material and technical support when performing the tasks of parts for their intended purpose, which involves performing a fairly wide range of tasks for organizing material support, the most important of which is the task of rational distribution of resources and the size of batches of material resources between a certain number of suppliers and consumers. This problem is solved by the method of allocating the resource of material resources in conditions of their shortage based on the assessment of the priority of consumers and the size of their stated needs, taking into account the overall level of security. The proposed method of distribution of MS stocks, on the one hand, evaluates the relative importance of consumers (their weight in performing a common task), which allows us to implement the principle of focusing the main efforts of the SMTO on solving the main tasks, on the other hand, evaluates the stated needs and imposes restrictions on the critical level of stocks, thereby allowing us to maintain the MS stocks of all consumers at an acceptable level and prevent denial of their service to the SMTO. The decrease in the level of functioning as the MS is spent under the proposed distribution will be uniform and will extend the duration of the existence of the SMTO of the combined-arms army as a whole, preventing premature failures of the SMTO of individual formations (parts).

Allowing a certain degree of arbitrariness in the placement of the indices of the significance of the parts, the method ultimately does not prescribe to the responsible official any correct solution, but allows him to find an option (alternative) that best fits with his understanding of the essence of the problem and the requirements for its solution.

For citation

Kuchinskii V.N. (2020) Resheniya zadachi raspredeleniya resursa material'nykh sredstv chastyam v khode vypolneniya zadach po prednaznacheniyu v usloviyakh defitsita matematicheskimi metodami [Solving the problem of allocating the resource of material resources to parts in the course of performing tasks for their intended purpose in conditions of scarcity by mathematical methods]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (12A), pp. 118-126. DOI: 10.34670/AR.2020.87.65.060

Keywords

Material and technical support, resource allocation, declared need, actual availability, rational distribution.

References

1. Altukhov P. K. Fundamentals of the theory of troop control. - Moscow: VN, 1984. - 221 p.
2. Buslenko A.V. Automation of simulation modeling of complex systems. - M.: Nauka, 1987. 239 p.
3. Wentzel, E. S. Operation research. Tasks, principles, methodology: textbook.handbook for universities / E. S. Wentzel. - M.: Bustard, 2006 -- 208 p.
4. Golushko I. M., Varlamov N. V. Fundamentals of modeling and automation of rear control. - Moscow: Voenizdat, 1982.

- 238 p.
5. Gorstko A. B. Get acquainted with mathematical modeling. - Moscow: Mir, 1981. - 112 p.
 6. Gorlov A.M., Korablev G. M. On the question of mathematical modeling of operations // Military thought No. 1. - M.: 1981. - p. 60-64.
 7. Dubrova T. A., Statistical methods of forecasting: textbook. handbook for universities / T. A. Dubrova. - M.: Unity-Dana, 2003. - 206 p.
 8. Zhukov G. P., Military-economic analysis and research of operations / G. P. Zhukov, S. F. Vikulov. - M.: Voenizdat, 1987 – - 440 p.
 9. Ivashchenko A.V., Sypchenko R. P. Fundamentals of modeling complex systems on a computer. - L.: LVVISU, 1988. - 272 p.
 10. Ilyichev A.V., Volkov V. D., Glushchansky V. A. Efficiency of the projected elements of complex systems. - Moscow: Higher School, 1992. - 280 p.
 11. Ioffe A. Ya. Statistical modeling. - L.: 1964. - 146 p.
 12. Kolemaev V. A. et al. Probability theory and mathematical statistics // Textbook for econ. spets. vuzov. - M.: Vysshaya shkola, 1991. - 400 p.
 13. Kosenko B. F. Fundamentals of decision theory. Part 2 "Modeling methodology". - L.: WATT, 1986. 150 p.
 14. Lototsky V. A., Mandel M. S. Models and methods of inventory management. - Moscow: Nauka, 1991. - 192 p.
 15. Lukashin Yu. P., Adaptive methods of forecasting short-term time series: textbook. manual / Yu. P. Lukashin. - M.: Finance and Statistics, 2003. - 416 p.
 16. The method of relative preferences in selection problems. Choosing a place for organizing a regional warehouse [Electronic resource]. - Access mode: http://www.referat.yabotanic.ru/emm_metod_otnositelnih_predpochteniy_v.doc. - Access date: 10.06.2011.
 17. Petukhov G. B. Fundamentals of the theory of efficiency of purposeful processes. Methodology, methods, and models. - L.: VNTSN, 1989 – - 660c.
 18. Pletnev I. L. et al. Efficiency and reliability of complex systems. - Moscow: Mashinostroenie, 1977. - 216 p.
 19. Trukhaev R. I. Models of decision-making in conditions of uncertainty. - M.: Nauka, 1989. 258 p.
 20. Sergienko N. V. Mathematical models and methods for solving discrete optimization problems. - Kiev: Nauka, 1985. - 384 p.
 21. Saati, T. L. Decision-making. Method of analysis of hierarchies / T. L. Saati. - M.: Radio and Communication, 1989. - 316 p.
 22. Yantsev, A. P. Fundamentals of information processing and transmission.]- M.: Voenizdat, 1978 – - 423 p.