

УДК 005.932

doi: 10.53816/20753608_2025_1_18

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПАСОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ НА ПУНКТАХ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

METHODOLOGY FOR DETERMINING INVENTORIES OF MATERIAL RESOURCES AT LOGISTICS AND TECHNICAL SUPPORT POINTS

Чл.-корр. РАРАН А.В. Бабенков^{1,2}, А.В. Дупин², Б.В. Гавкалюк³

¹РАРАН, ²ВА МТО им. А.В. Хрулева, ³СПБУГПС МЧС

A.V. Babenkov, A.V. Dupin, B.V. Gavkalyk

В статье описана методика определения запасов материальных средств в пунктах материально-технического обеспечения для бесперебойного обеспечения группировок сил Военно-Морского Флота, действующих в дальней морской зоне. Методика разработана на основе анализа состояния и проблемных вопросов создания и распределения запасов материальных средств для обеспечения соединений, частей и организаций флота.

Ключевые слова: система материального обеспечения, пункт материально-технического обеспечения, материальные средства, запасы, расход, потребность.

The article describes a methodology for determining the reserves of materiel at logistics support points for the uninterrupted support of naval forces operating in the far sea zone. The methodology was developed on the basis of the analysis of the state and problematic issues of the creation and distribution of stocks of material resources to support formations, units and organizations of the fleet.

Keywords: material support system, logistics support point, material resources, supplies, consumption, need.

Анализ деятельности органов военного управления показывает, что одной из важнейших функций системы материально-технического обеспечения (СМТО) является определение потребности в запасах материальных средств (МС) и их распределение соединениям, частям и организациям флота.

Согласно установленным нормам эшелонирования запасов МС, объем создаваемых запасов МС не должен превышать суммы объемов запасов, создаваемых во всех эшелонах на операцию. В то же время потребность в МС на проведение операции определяется с учетом установленного расхода (выделенного ресурса), потерь и создания запасов к концу операции [1–3, 10].

Анализ показал, что запасы МС делятся на две части. Первая часть — это запасы МС, предназначенные для обеспечения сил (войск) флота в условиях колебаний их расхода, неравномерности подвоза, с учетом потерь от воздействия противника. Данная часть является расходной — то есть текущие запасы. Вторую часть составляют запасы МС, предназначенные для обеспечения последующих операций, то есть неснижаемые.

Задача распределения запасов относится к классу задач теории управления запасами. При ее постановке в реальных условиях обеспечения ведения боевых действий в дальней морской зоне (далее — ДМЗ) возможно использование ряда частных критериев (максимум обеспечен-

ности сил (войск), минимум затрат, максимум степени боеспособности обеспечиваемых сил (войск) и др.). Такая задача распределения запасов материальных средств может иметь как минимум два условия.

Первое условие заключается в рациональном распределении запасов МС, обеспечивающих прогнозируемую потребность группировки сил (войск) ВМФ в ДМЗ. В этом случае частными критериями эффективности будут являться: минимум стоимостных затрат при полном удовлетворении потребности в МС и минимум затрат времени на выполнение задачи по обеспечению.

Кроме того, нормы текущих запасов применительно к теории управления запасами [4–7] рассматриваются как минимальный запас, равный гарантийному, при этом снижение запасов до данного уровня является сигналом для начала их пополнения; средний (переходящий) запас, равен сумме гарантийного запаса и половине объема количества поданного; максимальный запас, определяемый как сумма гарантийного запаса и объема поданного.

Проведенный анализ научных трудов по данному направлению [5, 7, 8, 9] показал, что при разработке предлагаемой методики целесообразно применить для регулирования запасов систему двух уровней. При этом затраты на проверку фактического состояния запасов на филиалах центров материально-технического обеспе-

чения (ЦМТО) и затраты на заказ поставки велики, а заготовительный период относительно мал. В результате будут относительно малы и потери от дефицита (рис. 1).

При этом управление запасами МС состоит в том, что определяются минимальные W_{\min} и максимальные W_{\max} границы колебаний запасов, условно разделяя их размер на две части S_1 и S_2 .

Моментом управления будет «точка заказа» y . Это время, когда запас снижается в ходе подачи МС на силы (войска) флота (линия f) до объема, равного S_2 (уровень W_{\min}). Далее осуществляется процесс пополнения запасов до размера S_1 . В случае воздействия противника снижение объема запасов (линия h) составит $W_{\text{пот}}$.

При наличии определенного интервала между началом расхода запасов в пункте материально-технического обеспечения (ПМТО) и их поставками от ЦМТО флота необходимо учесть расход МС в интервале отставания первой поставки $\tau_{\text{п}}$.

Очевидно, что надо обратить внимание на установление и поддержание неснижаемой части запасов $W_{\text{нз}}$. При этом необходимо добиться такого соотношения, при котором время, в течение которого запасы, возможно, будут уменьшаться ($\Delta\tau_{\text{нз}}$), превышало интервал отставания подачи (подвоза) материальных средств $\Delta\tau_{\text{п}}$, то есть необходимо выполнение следующего ограничения: $\Delta\tau_{\text{п}} < \Delta\tau_{\text{нз}}$.

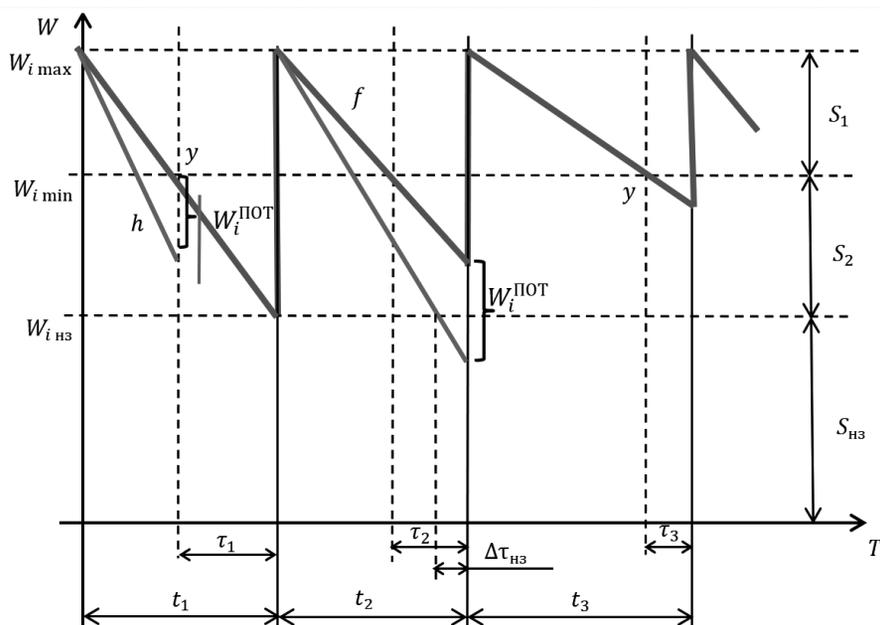


Рис. 1. График системы обеспечения с двумя уровнями

Так как ранее нами было принято условие, что запасы состоят из двух частей, следовательно, общие запасы будут определяться:

$$W_i = k_{\text{эш}} (W_i^{\Phi} + W_{\text{НЗ}i}^{\Phi}), \quad (1)$$

где $k_{\text{эш}}$ — коэффициент, учитывающий порядок распределения эшелонирования запасов МС;

W_i^{Φ} — текущие запасы i -го вида МС, обеспечивающие потребность сил (войск) флота на расход с учетом потерь и снижения потребности от потерь на силах, расчетно-снабжениеских единицах (РСЕ);

$W_{\text{НЗ}i}^{\Phi}$ — неснижаемые запасы i -го вида материальных средств, обеспечивающие потребность сил (войск) флота для выполнения последующих задач.

При равномерном расходе МС за норму текущего запаса принимается средняя величина, которая равна полусумме максимального и минимального запаса. Но в условиях ведения боевых действий в ДМЗ величина текущего запаса будет зависеть от ряда факторов (неравномерности расхода, массовых потерь запаса материальных средств (ЗМС) как на силах (войсках), так и на складах ЦМТО флота; несоответствия объемов подвоза и т.п.). Величину колебаний текущего запаса при таком варианте необходимо регулировать уровнем (величиной) среднеквадратичного отклонения среднесуточного расхода запасов МС.

Следовательно, формулу для определения величины текущего запаса МС можно представить в виде:

$$W_i^{\Phi} = (q_i + k_{\text{б}} \sigma(G_i)) \cdot T \cdot W_i \times \left[\left(\frac{1 - (1 - k_{\text{н}})^T}{k_{\text{н}}} \right) + k_{\text{пс}} \right],$$

где q_i — ожидаемый среднесуточный расход запасов i -го вида МС, РСЕ;

T — продолжительность ведения боевых действий, сут.;

W_i — масса РСЕ сил (войск) i -го вида МС, РСЕ;

$\sigma(G_i)$ — среднеквадратичное отклонение среднесуточного расхода j -го вида МС;

$k_{\text{б}}$ — коэффициент, показывающий уровень обслуживания, при котором расход МС на объек-

тах хранения за период T не превысит минимальный размер запаса; при $k_{\text{б}} = 1$ расход превышает $W_{\text{мин}}$ в течение 17,5 % периода T , при $k_{\text{б}} = 2$ — в течение 2,5 %, при $k_{\text{б}} = 3$ — в течение 0,5 % [5];

$k_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий потери запасов МС; в условиях применения обычного оружия $k_{\text{н}} = 0,01$, в условиях применения оружия массового поражения $k_{\text{н}} = 0,035$ [10–12];

$k_{\text{пс}}$ — коэффициент, учитывающий безвозвратные потери сил (войск) при ведении боевых действий.

По опыту проведенных командно-штабных учений (КШУ) и учитывая проведенный анализ ранее указанных трудов, принимаем $T = 10$ сут., $k_{\text{б}} = 3$, $k_{\text{пс}} = 0,12 \dots 0,06$ [2, 7, 12].

Величину неснижаемых запасов j -го вида материальных средств, предназначенных для проведения последующих операций, определим по формуле:

$$W_{\text{НЗ}i}^{\Phi} = k_{\text{ко}} (q_i + k_{\text{б}} \sigma(G_i)) \cdot T \cdot W_j,$$

где $k_{\text{ко}}$ — коэффициент, учитывающий величину создаваемых запасов материальных средств к концу операции $k_{\text{ко}} = 0,75$ [7].

В свою очередь, величина резервного запаса равна величине среднего расхода материальных средств за период подвоза (время, необходимое на подачу заявки, подготовку, отгрузку и доставку ЗМС).

Подставив полученные выражения в формулу (1), получим:

$$W_i = k_{\text{эш}} k_{\text{ко}} (q_i + k_{\text{б}} \sigma(G_i)) \times \tau_{\text{п}} W_i \cdot \left[\frac{1 - (1 - k_{\text{н}})^{\tau_{\text{п}}}}{k_{\text{н}}} \right] + k_{\text{ко}} (q_i + k_{\text{б}} \sigma(G_i)) \times T W_i,$$

где $\tau_{\text{п}}$ — интервал времени находящийся между моментами заказа и поступления ЗМС (1...10 сут.) [3, 7].

Величина ожидаемого q_i среднесуточного расхода материальных средств j -м соединением (воинской частью) сил (войск) флота при ведении боевых действий и его среднеквадратическое отклонение $\sigma(G_i)$ определяется на основе материалов КШУ Балтийского, Черноморского и Северного флотов за 2009–2020 гг., а также командно-штабных военных игр (КШВИ), проводимых

в ВА МТО и ВУНЦ ВМФ «ВМА» за аналогичный период. Полученные результаты среднесуточного расхода i -х видов МС есть не что иное, как статистическая совокупность (выборка) d . При обработке приведенной выборки d определим математическое ожидание вероятного среднесуточного расхода i -х видов МС $M(q_i)$, дисперсию $D(q_i)$ и среднеквадратичное отклонение $\sigma(G_i)$.

На основании теоремы Ляпунова (так как число слагаемых около 10) закон распределения суммы наблюдаемых значений среднесуточного расхода q_{ij} достаточно близок к нормальному закону распределения [7]. Следовательно:

$$M(q_i) = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d q_{ij}, \quad i = \overline{1, d},$$

где q_{ij} — полученный результат опыта;
 d — количество выборок.

$$\sigma(G_i) = b_d \sqrt{\frac{1}{d-1} \sum_{i=1}^d (q_{ij} - q_j)^2},$$

где b_d — коэффициент, приведенный в таблицах [7] (при $d = 11$; $b_d = 1,028$).

Опыт материально-технического обеспечения сил (войск) флота в первой операции [12] показывает, что имеют место такие условия, при которых потребность в МС превышает их наличие. Тогда возникает второе условие, которое заключается в распределении ограниченных запасов МС. В этом случае органам управления материальным обеспечением необходимо принимать решение о приоритетности обеспечения и количества подаваемых материальных средств. Такое решение следует определять на основе уровня важности каждого потребителя, которую они играют в решении поставленных задач, следовательно, каждому потребителю устанавливается приоритет для них в распределении МС.

Критерием оценки эффективности в данной ситуации необходимо считать полное удовлетворение МС при ограниченных запросах. При этом коэффициент эффективности $K_{\text{э}}$ можно выразить отношением:

$$K_{\text{э}} = \frac{N_{ij}}{zP_{ij}},$$

где $K_{\text{э}}$ — коэффициент эффективности потребности j -го соединения (воинской части) в i -м виде МС;

z — показатель приоритета обеспеченности, $z = 1, 2 \dots n$, где 1 — первый (высший) уровень приоритета, 2 — второй, n — последний;

N_{ij} — наличие i -го вида МС в j -м соединении (воинской части), РСЕ;

P_{ij} — потребность в i -м виде МС j -го соединения (воинской части), РСЕ.

Целевая функция тогда имеет вид:

$$\begin{cases} P_i = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{ij} \rightarrow \max; \\ 0,8 \leq K_{\text{э}} \leq 1,0 \text{ при } z = 1; \\ 0,5 \leq K_{\text{э}} \leq 0,8 \text{ при } z = 2; \\ N_j < P_j. \end{cases}$$

Для прогнозирования уровня запасов МС и их распределения необходимо определить:

– уровень прогнозируемой потребности в МС в целом за ПМТО и по каждому потребителю;

– наличие запасов МС;

– показатель приоритета обеспечения соединений (воинских частей) в зависимости от решаемых ими оперативных задач;

– допустимый нижний уровень функционирования СМТО.

СМТО будет ограниченно боеспособна при $K_0 = 0,5 \dots 0,69$ единицы от ее потенциала, что и является допустимым нижним уровнем функционирования СМТО.

Схема блока прогнозирования рациональной величины запасов МС и их распределение на силы (в войска) представлена на рис. 2.

Анализ работы должностных лиц органов управления материальным обеспечением [8–12] показывает, что планирование обеспечения становится возможным после того, как будут известны, с одной стороны, потребность соединений и частей в материальных средствах, а с другой стороны — запасы (ресурсы) МС, выделяемые для обеспечения на планируемый период.

Как известно, при распределении запасов образуется дефицит ΔZ_i , определяемый как разница между прогнозируемой потребностью и наличием запасов, то есть:

$$\Delta Z_i = P_i - Z_i,$$

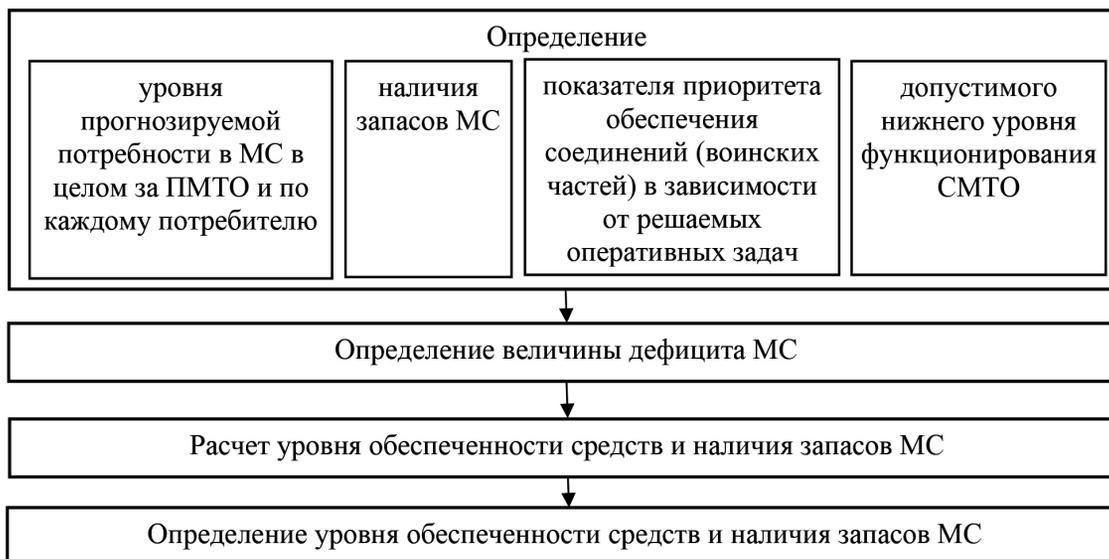


Рис. 2. Схема блока прогнозирования

а решение задачи можно свести к разложению величины Z_i для каждого соединения (военской части) флота на ряд новых значений z_{ij} , таким образом, чтобы выполнить следующее условие:

$$Z_i = \sum_{j=1}^J z_{ij},$$

где

$$\sum_{i=1}^I z_{ij} = \sum_{i=1}^I P_{ij} - \Delta Z_i.$$

Для реализации рабочих алгоритмов блока прогнозирования и определения уровня прогнозируемой потребности в МС за ПМТО в целом и по каждому потребителю разработана программа для ЭВМ, позволяющая осуществлять мониторинг состояния СМТО.

Полученные расчетные величины запасов МС, создаваемых в системе материального обеспечения для сил (войск) флота в ДМЗ, являются основными данными при последующих расчетах. Моделируя оперативное применение обеспечиваемых сил (войск) флота, находим рациональный объем необходимых к содержанию запасов МС как сумму всех рассчитанных норм расхода, потерь и неснижаемых запасов МС. При этом общую величину РСЕ сил (войск) флота, участвующих в боевых действиях по i -му виду МС, определим по формуле:

$$Q_{\text{фл},i} = \sum_{j=1}^n Q_{ij},$$

где n — количество соединений (военских частей), участвующих в боевых действиях.

Среднесуточный расход МС по периодам решения исследуемой оперативной задачи имеет вид [1, 3, 7]:

$$R_i^{\text{общ}} = (1 + \varphi_{\text{др}}) \sum_{l=1}^3 R_{il},$$

где $R_i^{\text{общ}}$ — величина расхода всех видов МС;

$l = 1$ — горючее;

$l = 2$ — продовольствие;

$l = 3$ — вещевое имущество;

$\varphi_{\text{др}}$ — коэффициент доли других видов МС.

Таким образом методика позволяет определить размеры запасов материальных средств, их целесообразное соотношение в элементах пункта материально-технического обеспечения и потребное количество запасов материальных средств, необходимых для поддержания боеспособности боевых кораблей в море в мирное время и в период непосредственной угрозы агрессии.

Список источников

1. Атаманов Р.В., Бабенков В.И., Башкиров Д.С. Обоснование рациональных запасов в системе материально-технического обеспечения соединений и частей территориальной обороны // В сборнике: Региональные аспекты управления, экономики и права Северо-Западного федерального округа России. Меж-

вузовский сборник научных трудов. Санкт-Петербург, 2017. С. 19–24.

2. Бабенков В.И., Бабенков А.В. Обоснование рациональных текущих запасов в системе материально-технического обеспечения // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2016. № 2 (92). С. 90–96.

3. Бабенков В.И., Суяров А.С. Военно-экономическое обоснование рациональных показателей запасов материальных средств войск радиационной, химической и биологической защиты // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения. 2019. № 2 (50). С. 123–129.

4. Бабенков В.И., Бабенков А.В., Бузанов А.В. Математическая модель управления запасами материальных средств группировки войск (сил) территориальной обороны // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2020. № 3 (113). С. 55–58.

5. Бузанов А.В., Бабенков В.И. Определение рационального объема материальных средств группировки войск (сил) территориальной обороны // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XXIII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2020. Т. 4. С. 62–70.

6. Грачев В.В., Курбанов А.Х., Серба В.Я. Управление запасами как одно из направлений повышения эффективности системы материально-технического обеспечения военной организации государства // Наука и военная безопасность. 2017. № 1 (8). С. 117–122.

7. Григорьев М.Н., Долгов А.П., Уваров С.А. Управление запасами в логистике: методы, модели, информационные технологии: учеб. пособие для вузов. СПб.: Бизнес-пресса, 2006. 358 с.

8. Коновалов В.Б., Бабенков А.В., Гурьянов А.В. Расчетно-аналитическая модель обоснования параметров целевых логистических систем // Вооружение и экономика. 2021. № 1 (55). С. 171–179.

9. Серба В.Я. Моделирование недопоставок материальных средств войскам при нарушении договорных обязательств // Наука и военная безопасность. 2016. № 2 (5). С. 97–101.

10. Топоров А.В., Бабенков В.И. Обоснование норм неприкосновенных запасов материальных средств в войсковом звене // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения. 2019. № 2 (50). С. 5–11.

11. Топоров А.В., Бабенков В.И. Методологические основы военно-экономической эффективности интегрированной системы материально-технического обеспечения // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2017. № 4 (99). С. 13–22.

12. Результаты исследований специального учения с органами военного управления, соединениями, воинскими частями и организациями материально-технического обеспечения Военно-Морского Флота Южного военного округа: частный отчет рабочей группы ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия». СПб.: 2012. 142 с.