

А.С. Мокроусов, кандидат технических наук, доцент

Методика обоснования размеров запасов горючего и их размещения по стационарным объектам хранения

В статье проведен анализ механизма обоснования размеров запасов горючего, которые размещаются на объектах хранения горючего и, прежде всего, на производственно-логистических комплексах (ПЛК). Рассмотрен процесс поставок горючего в войска потребителям на основе заключения государственных контрактов и оценка полноты выполнения заключенных контрактов. Приводятся подходы к обоснованию размеров страховых запасов горючего, которые наиболее актуальны при оттобразивании войск в особый период.

Одной из основных задач, возложенных на службу горючего, является накопление, организация хранения и освежения запасов горючего, а также осуществление мероприятий по их расщедоточению и укрытию. Эта задача службой горючего всегда решалась и решается успешно. Так, в 2016 году Вооруженным Силам РФ было поставлено более 2 млн тонн нефтепродуктов, из них 1,3 млн тонн авиационного топлива для заправки воздушных судов и 40 тыс. тонн мазута флотского для кораблей ВМФ. Это позволило обеспечить вылеты самолетов дальней авиации в различные регионы мира, демонстрацию военного присутствия кораблей Военно-морского флота в Мировом океане.

Особо важным в деятельности службы с 2015 года по настоящее время является обеспечение горючим группировки войск в Сирии. В короткие сроки там была создана соответствующая материальная база и уникальная логистическая система («сирийский экспресс»), обеспечившие оперативные поставки горючего и смазочных материалов.

В период с 2011 по 2017 год система материально-технического обеспечения сложилась как единая организационно-техническая система и возникла новая задача обоснования тактико-технических требований для комбинатов Федерального агентства государственного резерва (ФАГР), центров материально-технического обеспечения (ЦМТО) и производственно-логистических комплексов (ПЛК), которые должны обеспечить сохранность горючего за счет расщедоточения и защиты от воздействия противника [1].

Производственно-технологический, оперативно-стратегический и военно-географический аспекты в большей степени характеризуют техническое оснащение и производственные возможности мобильной и стационарной компонент, возможность маневра силами и средствами МТО и запасами материальных средств, а также территориальное распределение сил и средств МТО в зонах ответственности группировок войск (сил) [2].

Стационарная компонента предназначена для размещения, хранения и освежения запасов горючего, а также должна обеспечивать маневр запасами в границах нескольких операционных направлений. В ее состав входят: ЦМТО и их филиалы; производственно-логистические комплексы, комбинаты ФАГР; стационарные нефтепродуктопроводы; товарные парки нефтеперерабатывающих предприятий, которые обеспечивают размещение, хранение и освежение в мирное время запасов горючего в объеме согласно стратегическим планам Центра.

В грандиозных планах Министерства обороны России по замене существующих военных складов и баз хранения 24 крупными перевалочно-логистическими комплексами (рисунок 1), которые к 2020 году должны заменить существующие сейчас 330 баз и складов на территории России. Военные рассчитывают, что реформа не только упростит логистику, но и приведет к эко-

номии: эксплуатация комплексов оценивается в 14,8 млрд руб. ежегодно, это в два раза меньше, чем стоимость обслуживания существующих сейчас трех сотен объектов. При этом Минобороны уже обратилось к частным инвесторам, которые готовы помочь построить шесть ПЛК в трех военных округах.

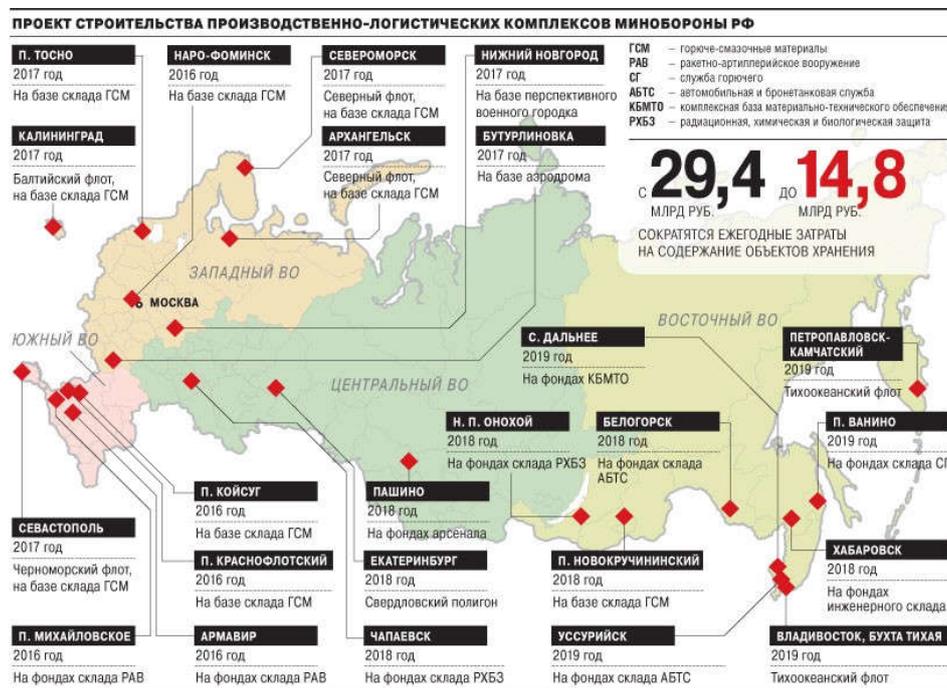


Рисунок 1 – Схема предполагаемых к созданию к 2020 году перевалочно-логистических комплексов Минобороны России

Существующая сейчас система хранения материальных ресурсов насчитывает 330 объектов, их ежегодное содержание обходится в 29,4 млрд руб. Многие строения устарели морально и физически, большинство из них не отвечает требованиям к операционно-складской деятельности и пожаробезопасности, поэтому появление ПЛК позволит не только снизить расходы почти вдвое – до 14,8 млрд руб., но и расширит логистические возможности для снабжения армии. Сейчас в подмосковном Наро-Фоминске построен и запущен в эксплуатацию ПЛК «Нара», который обеспечивает хранение около 220 тыс. тонн материальных средств и порядка 4700 единиц вооружений и спецтехники.

Строительство всех 24 ПЛК должно быть завершено к 2020 году (рисунок 1), но из 24 комплексов было отобрано шесть: два в Южном военном округе («Койсуг» и «Армавир»), два в Центральном («Новосибирск» и «Екатеринбург»), два в Восточном («Онохой» и «Ванино»). Размер финансируемого проекта в каждом отдельно взятом случае составит от 1 млрд руб. до 20 млрд руб., а сам заем должен быть покрыт на 25% государственной гарантией. Она будет предоставляться на срок от 3 до 20 лет на реализацию всего инвестиционного проекта.

Рассмотрим данную структуру как гипотетическую и попытаемся сформировать методический аппарат для оценки эффективности ее функционирования, применив его к современным условиям в период отмотилизования войск.

Примем в качестве критерия эффективности функционирования данной системы запасы, которые условно разделим на расходную часть и страховую. Будем считать, что расходная часть обеспечивает проведение отмотилизования воинских формирований и заложена в конкретном соединении, воинской части для проведения мероприятий отмотилизования. Страховая часть необходима при случайном характере поставок материальных ресурсов из ПЛК. Страховая

часть предотвращает срыв временного графика от мобилизации соединений и частей (СиЧ) в случае нарушения поставок материальных средств в ходе перевода войск с мирного на военное время из ПЛК. Нарушение поставок возможно в случае их срыва по субъективным факторам, а также в результате воздействия противника, что может привести к весьма значительным потерям запасов горючего. Эта парадигма присутствует в концепции НАТО под названием «глубокая операция», в которой основной задачей является разрушение функциональных связей и только в последующем уничтожение группировок войск [3, 4].

В качестве оценки страховой части L^{CTP} примем числовые характеристики случайных величин, связанных с нарушением графика поставок в период проведения мобилизационных мероприятий. Поскольку поставки будут являться многократно повторяющимися случайными событиями, то целесообразно использовать для оценки страхового запаса математическое ожидание [5].

Рассмотрим логистическую цепь, состоящую из трех субъектов: поставщика горючего, в виде ПЛК, необходимого для от мобилизации соединений и воинских частей, формирователя, проводящего от мобилизацию приписанного ему формирования, и формируемой части.

Потребность в горючем на период от мобилизации не случайна и постоянна в единицу времени согласно графику перевода, а моменты t_j одинаковых по размеру поставок горючего в часть-формирователь, проводящую от мобилизацию, случайны. Потребность в горючем в единицу времени V_p также постоянна [6]. Продолжительность приемки горючего пренебрежимо мала.

Примем следующую постановку оптимизационной задачи: найти такие размеры текущего $L^T = L_0^T$ и страхового $L^{CTP} = L_0^{CTP}$ запасов горючего, при которых от мобилизация СиЧ будет достигнуто с наименьшими затратами на хранение запасов горючего и минимальными издержками его поставок (рисунок 1).

Если принять, что запас равен одной плановой поставке ресурса L^T , то удельные (на единицу ресурса) суммарные затраты C на содержание расходной и страховой части в единицу времени с учетом организационных затрат можно определить по формуле, соответствующей известной модели Уилсона-Харриса теории управления запасами:

$$C = \frac{C_n}{L^T} + P_{XP}^T \frac{L^T}{2V_p} + P_{XP}^{CTP} \frac{L^{CTP}}{V_p}, \quad (1)$$

где C_n – организационные затраты, приходящиеся на одну поставку и не зависящие от ее размера, $C_n = const$;

P_{XP}^T , P_{XP}^{CTP} – затраты на хранение одной единицы ресурса в течение единицы времени в текущей и страховой части соответственно, $P_{XP}^T = const$, $P_{XP}^{CTP} = const$.

Учитывая, что при планировании закупок с 2017 года вступил в силу порядок двухэтапного планирования, в соответствии с которым государственные заказчики обязаны формировать и утверждать два документа: план закупок и план-график закупок, возможно отобразить динамику поставок горючего в графическом виде (рисунок 2).

При формировании плана закупок на следующий финансовый год необходимо учитывать, что с 1 января 2017 г. Федеральное казначейство осуществляет контроль не превышения объема финансового обеспечения, включенного в планы закупок, над лимитами бюджетных обязательств на закупку товаров, работ, услуг на соответствующий финансовый год и плановый период, доведенных в установленном порядке до заказчика как получателя бюджетных средств с учетом принятых бюджетных обязательств.

Как видно из графика на рисунке, в отдельные моменты (воздействие противника или срыв поставок горючего) возникает нехватка запаса горючего. Например, даже размещение ГОЗ-2016

по горячему свидетельствуют о том, что ключевой проблемой, препятствующей своевременному размещению заказов и своевременному выполнению поставок горячего, явились несостоявшиеся процедуры закупок, по результатам которых государственные контракты не заключались. По итогам проведенного анализа несостоявшихся процедур закупок выявлено в количестве 24% от общего количества планируемых.

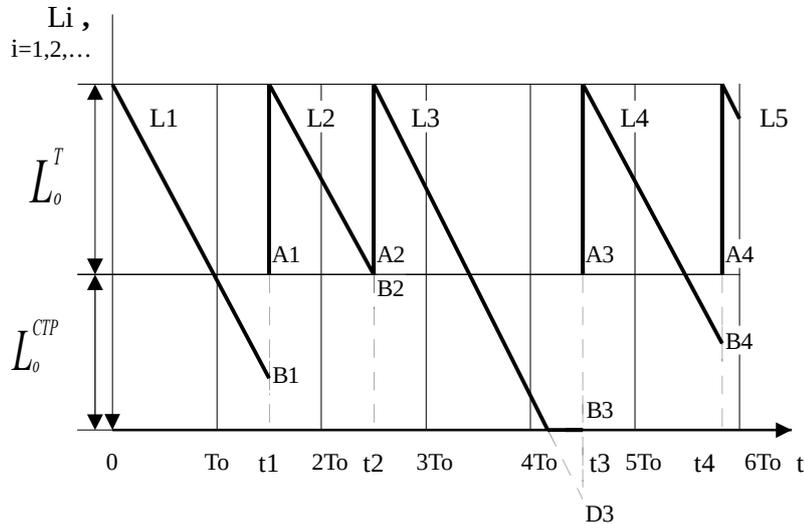


Рисунок 2 – Динамика ресурса горячего с учетом его поставок из ПЛК $L_i=L_i(t)$; $i=\overline{1,5}$, в моменты времени t , $0 \leq t \leq 6T_o$; t_j , $j=\overline{1,4}$ – моменты поставок L_0^T единиц горячего; $A_j B_j$ – расходование горячего L_0^{CTP} , $j=\overline{1,4}$; $B_3 D_3$ – нехватка запаса горячего

Приняв $P_{XP}^T = P_{XP}^{CTP} = P_{XP}$, найдем оптимальное значение $L^T = L_0^T$, при котором затраты на хранение текущего запаса горячего минимальны:

$$L_0^T = \sqrt{2 C_n \frac{V_p}{P_{XP}}} \quad (2)$$

Согласно принятому выше условию размер каждой поставки горячего будет равен L_0^T , а оптимальный интервал времени между очередными поставками T_o можно определить с учетом того, что $L_0^T = V_p T_o$, по формуле:

$$T_o = \sqrt{2 \frac{C_n}{V_p P_{XP}}} \quad (3)$$

Сделаем хорошо подтверждаемое практикой предположение о том, что случайное время очередной поставки горячего в часть-формирователь при проведении мобилизационных мероприятий t подчинено экспоненциальному закону распределения вероятностей $F(T)$:

$$F(T) = \text{Вер}(t < T) = 1 - e^{-\frac{T}{T_{CP}}}, \quad 0 \leq t < \infty, \quad (4)$$

где T_{CP} – среднеожидаемое значение t , полученное из статистики поставок предшествующего периода.

Если израсходован текущий запас горячего L^T , то дефицит горячего возникает при $t > \frac{L^{CTP}}{V_p} = T_{XP} > 0$.

Математическое ожидание дополнительных издержек, связанных с экстренным принятием мер, E_y из-за дефицита горючего вследствие случайной задержки его поставки найдем по следующей формуле:

$$E_y = p_y T_{CP} e^{-\frac{T_{XP}}{T_{CP}}}, \quad (5)$$

где p_y – издержки при задержке поставки горючего, равной единице времени.

Очевидно, что на единицу поставки горючего L_0^T приходится удельное математическое ожидание издержек:

$$E_{y0} = \frac{E_y}{L_0^T} = \left(p_y \frac{T_{CP}}{L_0^T} \right) e^{-\frac{T_{XP}}{T_{CP}}}. \quad (6)$$

Естественно считать оптимальным такое значение страхового запаса горючего $L_0^{CTP} = L_0^{CTP}$, при котором сумма удельных затрат на его хранение $P_{XP} \frac{L_0^{CTP}}{V_p}$ и среднеожидаемых издержек из-за задержки поставки горючего E_{y0} окажется минимальной.

Принимая во внимание, что $T_{XP} = \frac{L_0^{CTP}}{V_p}$, $P_{XP} L_0^{CTP} \frac{1}{V_p} + E_{y0} = P_{XP} T_{XP} + E_{y0}$. Определим $T_{XP} = T_{XPO}$, при котором сумма затрат $P_{XP} T_{XP} + E_{y0}$ минимальна. Для этого продифференцируем по T_{XP} эту сумму затрат с учетом (6) и, приравняв производную к нулю, получим уравнение

$$P_{XP} - \frac{p_y}{L_0^T} e^{-\frac{T_{XP}}{T_{CP}}} = 0, \text{ решение которого имеет вид: } T_{XP} = T_{CP} \ln \left(\frac{p_y}{P_{XP} L_0^T} \right).$$

Очевидно, что $L_0^{CTP} = V_p T_{XPO}$. После подстановки в последнюю формулу имеем:

$$L_0^{CTP} = V_p T_{CP} \ln \left(\frac{p_y}{P_{XP} L_0^T} \right), \quad p_y \geq P_{XP} L_0^T. \quad (7)$$

Из (7) следует, что $L_0^{CTP} > 0$ при $p_y > P_{XP} L_0^T$, $L_0^{CTP} = 0$ при $p_y = P_{XP} L_0^T$.

Экономический смысл неравенства $p_y = P_{XP} L_0^T$ заключается в том, что страховой запас горючего необходим только при затратах на хранение в единицу времени меньших, чем издержки в единицу времени из-за задержки поставки горючего.

Завершим рассмотрение задачи оптимизации запасов горючего при постоянном спросе и случайном времени поставки горючего, написав с использованием зависимостей (1), (2), (7) выражение для минимальных удельных суммарных затрат $C = C_{min}$ на хранение запасов и с учетом возможного убытка из-за задержки поставки горючего.

Приняв $L^T = L_0^T$, $L^{CTP} = L_0^{CTP}$, получим:

$$C_{min} = \sqrt{P_{XP} \frac{C_n}{2 V_p}} + P_{XP} \left(\sqrt{\frac{C_n}{2 V_p P_{XP}}} + T_{CP} \ln \left(\frac{p_y}{\sqrt{2 C_n P_{XP} V_p}} \right) \right). \quad (8)$$

Покажем на примере с условными исходными данными реализацию оптимизации запасов горючего. Пусть требуется определить оптимальные размеры текущего и страхового запасов горючего и минимальные суммарные затраты на их хранение с учетом возможных издержек из-за задержки поставок горючего.

Для осуществления успешной закупки горючего заказчик определяет способ закупки в соответствии с Положением о закупке. Заказчик устанавливает порядок, условия закупки, разраба-

тывает извещение, закупочную документацию, включающие в себя сведения, определенные Законом № 223-ФЗ (сведения, содержащиеся в документации, должны соответствовать сведениям, указанным в извещении), проект договора, утверждает и размещает данную информацию в ЕИС (на официальном сайте).

Закупка горючего может проводиться заказчиком как в «бумажной» форме, так и в электронной. При этом все документы в электронной форме подписываются электронно-цифровой подписью (ЭЦП) уполномоченных лиц заказчика. С помощью ЭЦП повышается уровень взаимодействия между заказчиком и участниками закупок, уменьшается риск несвоевременного и неполного предоставления документов, входящих в состав заявок.

Для закупки горючего необходимо правильно составить техническое задание (описание конкретного товара), которое играет значительную роль при осуществлении закупок. Изучив техническое задание, участники закупки смогут объективно оценить потребности заказчика в товаре, установленные требования к нему, сопоставив с товаром, имеющимся в наличии у поставщика.

Пусть организационные затраты на одну поставку ресурса из ПЛК в период оттобразования составляют $C_n = 10^4$ условных стоимостных единиц (у.с.е.). При этом потребность в обеспечении своевременного выполнения графика оттобразования в единицу времени равна $V_p = 1800$ т на 10 дней. Стоимость хранения тонны горючего с учетом различных факторов и в течение 10 дней составляет $P_{xp} = 9$ у.с.е. Среднеожидаемое значение времени поставки $T_{cp} = 15$ дней. Издержки при задержке поставки $p_y = 5 \cdot 10^4$ у.с.е./мес.

Найдем сначала, применив формулу (2), оптимальное значение текущего запаса горючего L_0^T на единицу времени, при котором затраты на его хранение минимальны:

$$L_0^T = 100 \sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{9}} = 2000 \text{ т горючего.}$$

Затем определим по формуле (7) оптимальный размер страхового запаса L_0^{CTP} , который составит:

$$L_0^{CTP} = 1800 \cdot 0,5 \ln \left(\frac{5 \cdot 10^4}{9 \cdot 2000} \right) = 920 \text{ т горючего или } L_0^{CTP} = \frac{920}{2000} L_0^T = 0,46 L_0^T.$$

Таким образом, оптимальный страховой запас горючего составляет порядка 46-50% от его оптимального текущего запаса.

Завершим расчет определением минимальных удельных суммарных затрат на хранение текущего страхового запаса горючего с учетом издержек из-за задержки поставки горючего. Воспользовавшись формулой (8), получим:

$$C_{min} = 100 \sqrt{\frac{9}{2 \cdot 1800}} + 9 \left(100 \sqrt{\frac{1}{2 \cdot 1800 \cdot 9}} + 0,5 \ln \left(\frac{5 \cdot 10^4}{100 \sqrt{2 \cdot 9 \cdot 1800}} \right) \right) = 14,6 \text{ у.с.е./т горючего.}$$

Следовательно, в части-формирователе необходимо содержать так называемую расходную часть НЗ ресурса из расчета 2000 т горючего на установленный отрезок времени для периода оттобразования. При этом, страховая часть запасов, способная восполнить срывы поставок данного ресурса из ПЛК, должна составлять 0,46 от расходной части, что равно 920 т горючего. Минимальные удельные затраты $C = C_{min}$ на хранение запасов равны 14,6 у.с.е./т горючего, поэтому порядок и место размещения страхового запаса необходимо определить с учетом издержек поставки ресурса.

Таким образом, предложенный методический аппарат ОУТ позволяет прогнозировать величину текущей и страховой части запасов горючего, которые обеспечивают выполнение графика отмотилизования формируемой воинской части. При этом рассчитанные значения суммарных затрат на хранение запасов и издержки, неизбежные при ликвидации ситуаций «сбоя» графика отмотилизования, помогают в выборе решения о месте хранения страхового запаса, который может быть размещен, например, на комбинатах ФАГР, в товарных парках нефтеперерабатывающих заводов или перекачивающих станций НПП.

Список использованных источников

1. Коновалов В.Б. Методологическое обеспечение повышения эффективности системы материально-технического обеспечения в среднесрочной перспективе / Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации: Сборник научных трудов.– СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2016. – 416 с.

2. Каламаскин А.В., Коропов П.Н. Методический подход к анализу ожидаемого облика системы материально-технического обеспечения ВС РФ / Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации: Сборник научных трудов.– СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2016. – 416 с.

3. Чернов В.Н. Глубокая операция // Армейский сборник. – 2013. – № 1 (212). – С. 53-59.

4. Чечеватов С.А. Оценка качественных характеристик системы материально-технического обеспечения (тылового) по параметру защищенности / Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации: Сборник научных трудов.– СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2016. – 416 с.

5. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами / Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 304 с.

6. Квашнин Б.С., Давыдов В.В. Военно-специальная экономика службы горючего: Учебное пособие. – СПб.: ВАТТ, 2004. – 136 с.