

# Логистическая поддержка технических систем в продукции военного назначения

Большую актуальность для предприятий оборонных отраслей России приобретает сегодня информационное обеспечение послепродажного обслуживания сложных технических систем в составе продукции военного назначения (ПВН). Связано это в первую очередь с ростом экспорта.

Послепродажное обслуживание (ППО) является динамичным рынком, с быстро изменяющимися правилами игры. активным развитием стандартизации взаимоотношений поставщика и эксплуатанта на стадии ППО. В настоящий момент на мировом рынке ППО можно выделить несколько основных тенденций:

- ▶ Снижение уровня запасов запасных частей.
- ▶ Использование РМА частей.
- ▶ Растущее участие производителей техники в ППО.
- ▶ Ориентация эксплуатантов на аутсорсинг ТОиР и МТО.
- ▶ Переход к моделям послепродажного обслуживания, ориентированным на результат.
- ▶ Интеграции систем послепродажного обслуживания гражданской и военной техники.

В сфере интегрированной логистической поддержки (ИЛП) экспортной продукции мы пока отстаем от главных конкурентов. Одно из направлений, где необходимо пополнять опыт и знания, связано с обеспечением готовности изделий при ограниченном бюджете инвестирования для формирования и поддержки инвентарного перечня запасных частей и принадлежностей (ЗИП) как при первоначальной поставке запасных частей, которая осуществляется совместно с поставкой основного изделия, так и для пополнения запасов в течение жизненного цикла (ЖЦ). Технологии моделирования процессов оптимального поддержания запасов у заказчиков, примеры применения их ведущими зарубежными фирмами – основная тема предлагаемой публикации. Авторы рассматривают требования иностранных заказчиков, которые стараются застраховать свои заказы от потерь, вызванных недобросовестностью поставщиков, путем обеспечения эксплуатации закупленных систем логистическими ресурсами. Особое внимание уделяется системному подходу для оптимизации перечня запасных частей и материалов на складах заказчика.

Анализ требований заказчиков к системам послепродажного обслуживания технических систем ПВН

в условиях глобализации и применения единой среды стандартов показывает, что заказчики хотят при покупке наукоемкой продукции получать от поставщиков систему логистической поддержки, обеспечивающую:

- ▶ техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) с использованием всех необходимых ресурсов: материальных (оборудование, средства инфраструктуры, запасные части, материалы, инструменты), трудовых (численность и квалификация персонала, нормы времени на выполнение различного вида работ), финансовых, что в общем виде представляет собой результат выполнения процедур анализа логистической поддержки (LSA-Logistics Support Analyses);
- ▶ планирование и управление процессами материально-технического обеспечения (МТО), в том числе:
  - планирование потребностей в запасных частях и материалах на начальный период эксплуатации, а также прогнозы на заданную часть ЖЦ, на выполнение планов использования изделий по определенному назначению – (планы полетов, походов и т.д.);
  - алгоритмы управления запасами на складах заказчика всех уровней (генерация отчетов об использовании и необходимости пополнения ЗИП и материалов и выработка рекомендаций по их пополнению);
  - предложения по управлению поставками на всех уровнях (формирование заявок на ЗИП и материалов, технологию их передачи поставщикам или посредникам, обеспечивающих контрактную деятельность) в соответствии с требованиями международных стандартов;
  - предложения по ведению баз данных (БД) о состоянии запасов ЗИП и материалов на различных организационно-технических уровнях и прогнозирование их пополнения;
  - вопросы управления закупками;
  - организация доставки заказанных предметов снабжения (ПС) МТО, варианты их распределения по различным уровням складов заказчика, организация хранения;
  - контроль качества ЗИП и материалов, поступающих на склады, учет их состояния (старения) и выполнения процедур продления ресурсов;

- удовлетворение заявок подразделений (отдельных кораблей), учет выдачи предметов снабжения МТО и т.д.

Анализ требований заказчиков к системе ППО и бизнес-моделям послепродажного обслуживания, предлагаемым ведущими фирмами-поставщиками ПВН, показывает слияние этих интересов, что находит свое отражение в контрактах на поставку изделий. При этом технологии интегрированной логистической поддержки (ИЛП) включают типовые бизнес-модели взаимодействия поставщика и заказчика и соответствуют требованиям международных стандартов. Основные базовые международные стандарты, применяемые в области ППО: DEF STAN 00-60, MIL STD-1390D (используется Индийскими ВМС), STANAG 4427 (управление конфигурацией поставленных изделий), MIL-STD 1369, SPEC 1000D, SPEC 2000M, SPEC S3000L (LSA), SPEC S4000M.

Если проанализировать контрактные и другие договорные документы в области ППО, то необходимо отметить следующие тенденции:

- ▶ совершенствование методов и технологий управления запасами, заказами и поставками запасных частей, принадлежностей и расходных материалов;
- ▶ совершенствование методов и технологий управления процессами технического обслуживания и ремонта;
- ▶ стандартизация процедур, технологий и форматов обмена данными на всех стадиях ЖЦ изделий ПВН, что значительно уменьшает время, трудоемкость и вероятность появления ошибок при подготовке и передаче данных.

Минобороны США и страны НАТО рекламируют свои достижения в области логистического обеспечения, активно используя информационные технологии на всех этапах жизненного цикла в соответствии с международными стандартами как средство "привязывания" своих заказчиков. В этой практике нам есть смысл обратить внимание на разделы контрактных документов, в которых прописаны процедуры мониторинга состояния технических систем, которые эксплуатируются заказчиком, а также на согласованность информационных систем, обеспечивающих процедуры логистической поддержки заказчика и поставщика.

Крупнейшие зарубежные фирмы-поставщики ПВН рассматривают работу в этом направлении как действенное средство повышения конкурентоспособности, а самое главное – поддержания поставленных систем в работоспособном состоянии. Обращает на себя внимание, что специалисты ведущих фирм-поставщиков ПВН могут иметь доступ к оперативному решению задач логистической поддержки у заказчика, отслеживать состояние ресурсов и выполнение требований системы МТО в течение всего ЖЦ.

## **Запасные части – доминирующий ресурс логистики**

Можно рассматривать три причины, которые определяют наше внимание запасным частям.

Во-первых, практика показывает, что отсутствие или недостаточность запасных частей является основной причиной возникновения критических ситуаций с выполнением техническими системами своих функциональных задач.

Во вторых, инвестиции, вкладываемые в закупку запасных частей, более значительны по сравнению с затратами на другие элементы логистической поддержки (инструменты, персонал и т.д.) в течение ЖЦ.

В-третьих, включение стоимостных и качественных параметров инструментов, персонала и других элементов логистической поддержки в процессы моделирования ППО приводят к значительному усложнению процедур оптимизации логистической поддержки.

## **Общие понятия о планировании оптимального запаса запасных частей**

Организации сервисного обслуживания технических систем в основном ориентируются на обеспечение их надежности и работоспособности (технической готовности).

Частые отказы, значительные временные снижения готовности системы могут привести к большим потерям, из-за которых, в конечном счете, страдает все та же конкурентоспособность.

Чтобы сократить время простоя техники, чаще всего применяется стратегия так называемого "ремонта заменой". По этой стратегии заказ должен выполняться оперативно, а запасные части всегда находиться "под рукой".

Закономерным образом возникают вопросы: сколько запасных частей (предметов снабжения) должно быть на складе, чтобы обеспечить эксплуатационный уровень готовности системы для выполнения возложенных на нее функций? Какие запасные части должны иметься в запасе, чтобы максимизировать долгосрочную среднюю готовность системы при условии качественных начальных поставок и ограничениях бюджета для пополнения запасов с учетом общего количества инвестиций на запасные части?

Поставщик, исходя из методики расчета стоимости жизненного цикла (LCC- Life Cycle Cost) выполняет работы по определению уровня запасов материальных средств у заказчика с оценкой суммы затрат на одну единицу поставляемого предмета снабжения. Для простоты используется показатель, который называется экономическим объемом заказа на поставку.

Экономический объем такого заказа в основном включает:

- ▶ данные о себестоимости ПС,
- ▶ затраты на транспортировку,
- ▶ стоимость закупки у производителя или дистрибьютора (посредника).

Для логистической службы заказчика важным показателем является страховой запас или страховая норма. Страховой запас предназначен для того, чтобы заказчик мог подстраховаться в случае необходимости иметь данный ПС у себя на складе, что при возмож-

ных задержках в поставках со стороны поставщиков имеет большое значение. Заказчик, планируя уровень страхового запаса, обычно стремится учитывать сумму инвестиций, которые он должен вложить, чтобы застраховаться от отсутствия или недостаточного количества того или иного ПС.

Опыт работы с ведущими заказчиками и потенциальными партнерами показывает, что современный заказчик подвергает серьезному анализу не только структуру и объем запасов запасных частей, но и весь алгоритм поставки для пополнения своих запасов.

Об этом говорит применение многими заказчиками практики так называемой “обратной закупки” поставщиком неиспользованного ресурса запасных частей и материалов (“buy-back”), что заставляет наших поставщиков для исключения больших потерь в ходе эксплуатации изделий более продуманно подходить к формированию перечня запасных частей, поставляемых на первоначальном этапе.

Очевидно, что к планированию страховых запасов заказчики подходят дифференцированно: запасы одних ПС должны быть больше, чем запасы других. Отдельные заказчики используют простые методы планирования страховых запасов, основанные на следующих принципах:

- ▶ поддерживать страховые запасы на уровне не менее 50 % от цикла заказа,
- ▶ поддерживать запас на уровне определенного объема инвестирования, согласованного со службой логистической поддержки,
- ▶ учета реальной востребованности за определенный период времени так называемых критичных ПС,
- ▶ определения вероятности дефицита одного или группы ПС, исходя из опыта работы с поставщиком,
- ▶ учета последствий, которые могут возникнуть при выполнении ремонта или технического обслуживания технической системы при отсутствии на складе определенного ПС,
- ▶ обязательности выполнения требований готовности основного изделия.

Опыт ряда заказчиков показывает, что страховые запасы зачастую становятся избыточными, что приводит к дополнительным затратам, связанным с увеличением нагрузки на склад, и является причиной потери ресурсов.

С другой стороны, страховые запасы некоторых ПС оказываются явно недостаточными и ведут к появлению проблем с обеспечением готовности технических систем, что имеет особенно негативные последствия в случае с продукцией военного назначения.

Проанализировав эту информацию, заказчик более обдуманно относится к своим инвестициям для пополнения запасов запасных частей. Он может увеличивать уровень страховых запасов этих ПС до тех пор, пока не достигнет нужного результата – полного отсутствия риска дефицита. Отдельные заказчики придерживаются правила, согласно которому наиболее критические ПС должны быть в наличии всегда.

Каким бы субъективным ни казался процесс планирования страховых запасов (здесь нет единственно точного ответа на вопрос, в каком объеме держать на складе страховой запас), однако существуют общие принципы и инструменты, которые позволяют добиться оптимального соотношения затрат и необходимых результатов по обеспечению готовности и работоспособности системы.

## Модели управления запасами

Классические модели управления запасами ставят своей целью обеспечение требуемой степени готовности отдельных изделий.

Системный подход учитывает соотношение стоимости поддержания запасов инвентарного перечня и заказов ЗИП и выполнения требования готовности системы.

Практика, прежде всего передовых стран НАТО, показывает, что использование системного подхода резко снижает начальные инвестиции на запасные части (приблизительно на 35–45 %). В дальнейшем это также дает увеличение технической готовности систем ориентировочно на величину от 5 до 40 %.

Кроме того, экономия на начальных инвестициях может влиять также на структурные изменения и сокращение финансовых затрат на пополнение запасов в ходе эксплуатации технических систем.

Хотя эти вопросы кажутся логичными, на них нельзя ответить с помощью обычной модели управления запасами.

Примеры этих моделей включают технологию статистического инвентарного управления (SIC-Statistic Inventory Control) и требования по материальному планированию (MRP-Material Requirements Planning). В какой-то степени, с большой натяжкой, к такой модели можно отнести иерархическое построение технической системы структурирования ЗИП по ГОСТ ТПЗЧ (Типовой перечень запасных частей), который в настоящее время по целому ряду причин потерял свою актуальность. Почти во всех ERP-системах соответствующая технология SIC или MRP используется для управления материальными запасами запасных частей.

Однако такие подходы не охватывают определенных особенностей управления запасными частями.

Во-первых, нет явной связи между технической готовностью системы в целом и затратами на закупку материальных средств.

Во-вторых, требования на запасные части возникают из отказов, которые зачастую непредсказуемы, т.к. при этом предварительно не выполняются процедуры анализа отказов.

В-третьих, затраты, связанные с инвестициями на запасные части, являются доминирующими, что заставляет искать компромисс между затратами на закупку необходимых в оперативных случаях запасных частей и затратами на заказ избыточных запасов запасных частей.

Такой компромисс используется в методах SIC при формировании экономического заказа EOQ (EOQ-Economic Ordering Quantity).

Из-за недостаточной проработки этих вопросов при проектировании изделия в части необходимых для эксплуатации запасных частей большое внимание уделяется развитию практического подхода к системам управления запасными частями.

Ниже приведены данные, которые получены в результате анализа результатов выполнения задач технического обслуживания (ТО) у ведущих поставщиков технических систем:

- ▶ 40–50 % всех затрат на ТО составляют затраты на запасные части;
- ▶ 60–70 % инвестиций, которые идут на пополнение инвентарного перечня ЗИП у заказчика, охватывают менее 15 % активно применяемых при выполнении задач ТО предметов снабжения;
- ▶ только 20–30 % поставленных без необходимой проработки в части будущих экологических последствий запасных частей не создадут в дальнейшем проблем при их утилизации;
- ▶ 20–30 % заявок на поставку запасных частей не могут быть поставлены ввиду их отсутствия у поставщиков;
- ▶ только 20–30 % заявленных запасных частей может быть гарантированно поставлено поставщиками/дистрибьюторами в согласованные сроки;
- ▶ 15–30 % инвестиций уходят на пополнение запасов запасных частей, которые в процессе жизненного цикла ни разу не запрашиваются заказчиком;
- ▶ 15–30 % заявленных заказчиком ПС не могут быть правильно идентифицированы поставщиком/дистрибьютором (опыт работы российских поставщиков с отдельными заказчиками показывает, что при первичном заказе ошибки в идентификации составляют более 50–60 %).

Наши поставщики всей процедурой идентификации ПС создают в этой области хаотическое множество, разобраться в котором трудно не только заказчику, но и внутренним поставщикам “второй, третьей линии”. Достаточно сказать, что для идентификации ПС при поставках Индийским ВМС используется несколько систем идентификации, включая системы проектантов и головных предприятий-поставщиков, что создает службе логистического обеспечения заказчика большие трудности. В результате заказчик принял решение и навязал его отдельным поставщикам, на основании которого создана своя система управления логистической поддержки ILMS (Integrated Logistics Management System) и идентификации ПС с применением реляционных таблиц INCAT (Indian Catalog). При этом необходимо обратить внимание, что за базовую систему здесь принята система каталогизации НАТО (NCS).

Авторами статьи предлагались конструктивные решения в этой области при согласовании с заказчиком процедур идентификации для очередного проекта, однако все сохраняется на том же уровне.

Цель системного подхода состоит в том, чтобы найти оптимальное соотношение между эксплуатационной готовностью технической системы и инвестициями для пополнения инвентарного перечня запасных частей, принимая во внимание определенные характеристики запасных частей.

Системный подход помогает ответить на вопросы: какая максимальная готовность системы может быть реализована при ограничениях в инвестициях или какая минимальная готовность системы будет обеспечена для поддержания заданной готовности.

Большинство исследований системного подхода по управлению запасами запасных частей сосредотачивается на первоначально необходимом количестве запасных частей. Однако опыт передовых предприятий показывает необходимость проведения исследований в области управления пополнением запасов и поддержания необходимого уровня запасов запасных частей, учитывая возможные проблемы их пополнения, которые возникают у поставщика, или недостаточность бюджета пополнения запаса у заказчика.

Системный подход к управлению запасами запасных частей позволяет с помощью применения контролируемых методов существенно сократить затраты.

При системном подходе нас интересуют ответы на вопросы:

- ▶ какова максимальная работоспособность технической системы, учитывая ограничение инвестиций на инвентарную поддержку в полной цепи поставок?
- ▶ какие минимальные инвестиции для создания и пополнения инвентарного перечня ЗИП обеспечат объявленную целевую готовность технической системы?

Чтобы эффективно применять системный подход, необходимо смоделировать техническую ситуацию и возможности сервисного обслуживания, включая анализ инвестиционных вложений. Основываясь на определении модели, можно выстроить математическую формулировку управления запасами запасных частей, компонентов и материалов.

## Моделирование ситуации и логистики обслуживания

Применение системного подхода требует информации по следующим вопросам:

- ▶ **структуре технической системы.** Необходимо иметь структуру системы с соответствующими уровнями иерархического представления с “привязкой” к требованиям по обеспечению запасными частями для каждого уровня. Важно учесть при рассмотрении характеристик изделия нижнего уровня их влияние на выполнение процедур ТОиР для изделий более высокого уровня;
- ▶ **процессам отказов.** Здесь необходима информация о распределениях отказов по времени, взаимозависимость отказов на различных уровнях разбивки системы;
- ▶ **структуре и процессу логистического обслуживания.** Здесь должна быть представлена конфигурация запасов, пункты обслуживания и ремонта, а также процессы распределения ресурсов, которые определяют структуру логистического обслуживания.

## Стратегии управления инвестициями

Среди существующих стратегий управления инвестициями для пополнения запасов запасных частей можно выделить такие виды, как:

- ▶ стратегия максимального финансового управления;
- ▶ прямая стратегия;
- ▶ стратегия сосредоточенного баланса.

### Стратегия максимального финансового управления

В соответствии с этой стратегией бюджет делится на несколько частей (к примеру, на 12 или 24). Это означает, что в течение каждого периода может быть потрачена не более чем 1/12 или 1/24 часть бюджета.

Данная стратегия часто используется государственными организациями, и роль диспетчера здесь очень существенна.

Неудобство этой стратегии в том, что она пренебрегает стохастическим характером процесса спроса. Например, потребности бюджета в определенный период могут быть больше, а в другой – меньше. В этом случае заказы, выполняемые в периоды с высокой потребностью бюджета, будут распределены на несколько периодов.

Недостаток данного подхода состоит в том, что часто бюджет не используется в максимальной степени, в то время как в ретроспективе видно, что его можно было использовать полностью, если бы не было этих ограничений.

### Прямая стратегия

Это тип стратегии, когда каждый запрос приводит к заказу на ремонт или приобретение до полного использования выделенного бюджета. В нем, таким образом, отсутствует тормоз для расходования бюджета.

Преимущество этой стратегии состоит в том, что доступный бюджет всегда тратится в максимально возможной степени. Недостаток – что в случае нехватки материальных запасов это может стать серьезным дисбалансом в поддержке системы в конце года.

### Стратегия сосредоточенного баланса

Эта стратегия пытается объединить преимущества предыдущих стратегий: финансового управления и максимального использования бюджета и позволяет предотвратить недостатки неустойчивости запасов и неоптимального использования бюджета.

Основная идея данной стратегии – стремление к максимальному балансу в запасах в конце бюджетного года.

## Краткая оценка стратегий

Анализ, проведенный поставщиками для ВМС стран НАТО, показал, что стратегия сосредоточенного баланса явно выигрывает у стратегии максимального финансового управления и прямой стратегии и приводит к существенному повышению уровня выполнения требований готовности системы в течение ЖЦ и более высокой минимальной готовности, учитывая ситуацию с бюджетом для пополнения запаса.

При этом эксплуатационная готовность технических систем (как процент времени, когда система не снижает готовности из-за задержки в обслуживании) определяется прежде всего следующими тремя факторами:

- ▶ временем между отказами, определенным как надежность;
- ▶ фактической продолжительностью действий по обслуживанию технических систем, определенной как ремонтпригодность;
- ▶ временем, требуемым для предоставления логистических ресурсов (персонала, инструментов и прежде всего запасных частей).

Существующая у нас в стране законодательно-правовая база содержит необоснованные ограничения, препятствующие повышению эффективности логистического обеспечения. Это прежде всего касается поставок запасных частей и материалов, юридического и таможенного оформления сделок по поставке этих изделий, которое по времени и трудоемкости мало отличается от оформления поставок сложного оборудования, что является одной из причин снижения эксплуатационной готовности поставленных заказчику технических систем.

В настоящее время в целях концентрации ресурсов и обеспечения конкурентоспособности продукции предприятий оборонно-промышленного комплекса осуществляются процессы реструктуризации ведущих отраслей оборонной промышленности. В частности, создаваемая Объединенная судостроительная корпорация (ОСК) потребует создания эффективной системы управления и контроля имеющихся на ее предприятиях ресурсов.

Для решения задач эффективного управления запасами, включая оптимизацию ресурсов предприятий, входящих в состав ОСК, необходимо разработать концепцию и функциональную структуру электронной информационной системы логистической поддержки изделий судостроения (ИСЛП).

В основу этой концепции должен быть заложен принцип централизованного управления предприятиями, входящими в ОСК, в том числе управления логистической поддержкой и прежде всего поставками запасных частей, комплектующих изделий и расходных материалов.

Цель предлагаемых преобразований – повышение эффективности послепродажного обслуживания техники судостроительной промышленности.

ИСЛП должна опираться на глобальную информационную сеть ОСК, что позволит организовать оперативное взаимодействие предприятий при решении задач кооперации в логистике, что, в свою очередь, обеспечит эффективное управление цепочками поставок и станет практическим шагом к улучшению процессов логистики поставляемых изделий на предприятиях ОСК.

**Э. А. Липский, руководитель направления CAIS-технологий,  
А. А. Янкевич, генеральный директор,  
ЗАО "Транзас Экспресс"**

**И. Б. Фертман, генеральный директор,  
А. А. Тучков, к.т.н., технический директор,  
компания CSoft-Бюро ESG**