

Интегрированная логистическая поддержка наукоемкой продукции (проблемы, задачи, методы)

Одним из важных потребительских параметров сложного наукоемкого изделия является величина затрат на поддержку его жизненного цикла (ЖЦ)¹. Эти затраты складываются из затрат на разработку и производство изделия, а также затрат на ввод изделия в действие, эксплуатацию, поддержание его в работоспособном состоянии и утилизацию по истечении срока службы. Для сложного изделия (например, летательного аппарата, корабля, многокоординатного станка с ЧПУ, гибкого модуля, робототехнического комплекса и т.п.), имеющего длительный срок использования (10-20 лет), затраты на постпроизводственных стадиях ЖЦ, связанные с поддержанием изделия в работоспособном состоянии (состоянии готовности к использованию), могут быть равны или даже превышать затраты на приобретение (Рис. 1).

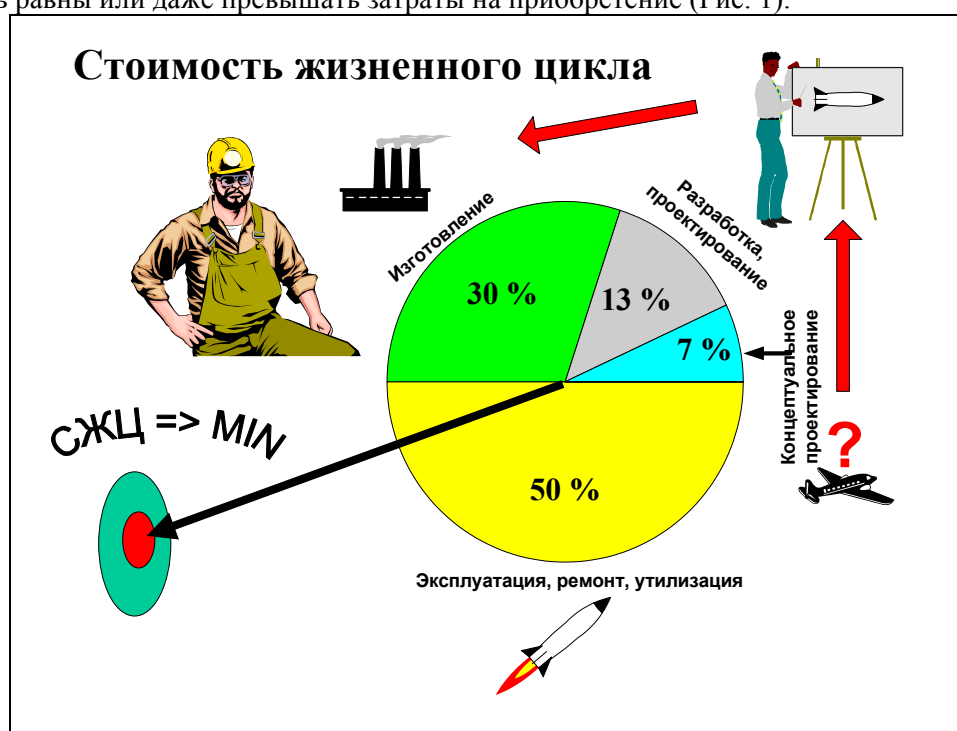


Рис. 1

Сокращение затрат на поддержку ЖЦ изделия - одна из целей внедрения концепции и стратегии CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support). Русскоязычное наименование этой концепции и стратегии - ИПИ (Информационная Поддержка жизненного цикла Изделий). *Комплекс управленческих процессов и процедур, направленных на сокращение затрат на постпроизводственных стадиях ЖЦ, именуемых иногда «затратами на владение», объединяется понятием ИЛП - интегрированной логистической поддержки (Integrated Logistic Support).* Это понятие относится к числу базовых инвариантных понятий ИПИ. Ни одна информационная система не может быть отнесена к классу ИПИ, если в ней не реализована в той или иной мере компонента ИЛП. С другой стороны, содержание процессов и состав задач ИЛП практически не зависят от предметной области.

До недавнего времени в России проблеме ИЛП не уделялось должного внимания, что привело к существенному отставанию отечественной промышленности в этом направлении. Сегодня эта проблема приобрела особую актуальность в связи с возрастающим стремлением

¹ В английской транскрипции величина этих затрат обозначается аббревиатурой LCC - Life Cycle Cost.

отечественных предприятий выйти на международные рынки. Иностранцы заказчики предъявляют к российским изделиям те же требования, что и к аналогичным изделиям зарубежных фирм. В этой связи проблема организации ИЛП для изделий российских предприятий переходит в разряд первоочередных, поскольку от ее решения в значительной мере зависит конкурентоспособность отечественной наукоемкой продукции на мировых рынках.

Значима эта проблема и для изделий, реализуемых на внутреннем рынке, поскольку ее решение позволит минимизировать затраты на поддержку постпроизводственных стадий ЖЦ, направив высвобожденные средства на другие нужды.

В докладе кратко рассмотрены основные методические положения, касающиеся функционального состава и организации системы ИЛП и ее компьютерного сопровождения в рамках ИПИ-технологий.

Методическую основу статьи составляют положения стандарта Министерства обороны Великобритании DEF STAN 00-60 "Integrated Logistic Support", который практически стал международным. На нормы этого стандарта иностранные заказчики ссылаются, формулируя требования к системе ИЛП для отечественных изделий. Используются также некоторые положения нормативного документа НАТО «NATO CALS Handbook», стандарта США MIL-STD - 1388, а также требования авиационной спецификации АЕСМА 1000D.

Анализ этих и других нормативных документов позволил выявить основное содержание проблемы интегрированной логистической поддержки и сформулировать связанные с ней основные задачи. На рис. 2 схематически показана структура процессов и задач ИЛП.

Согласно этой схеме ИЛП сложного наукоемкого изделия состоит в реализации четырех основных процессов:

- **логистический анализ (ЛА)** изделия (*Logistic Support Analysis*), проводимый на всех стадиях ЖЦ;

- **планирование процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР)** изделия (*Maintenance and Repair Planning*), проводимое на стадии проектирования и уточняемое в процессе производства и эксплуатации изделия;
- **интегрированное планирование процедур поддержки материально-технического обеспечения (МТО)** процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия (*Integrated Supply Support Procedures Planning*), проводимое на стадии проектирования и уточняемое в процессе производства и эксплуатации изделия;
- **обеспечение персонала электронной эксплуатационной документацией (ЭЭД) и электронной ремонтной документацией (ЭРД)** на изделие (*Electronic Maintenance Documentation, Electronic Repair Documentation*), проводимое на стадии проектирования и реализуемое в процессе производства конкретных экземпляров (партий) изделия.

В отечественной практике процессы и процедуры, в известной степени аналогичные перечисленным выше, применяются под другими названиями. Некоторые из них регламентированы нормативными документами государственного и/или отраслевого уровня. Так, например, в практике военно-морского флота (ВМФ) и строительства военных кораблей принято разрабатывать и реализовывать программы обеспечения надежности (ПОН) корабельной техники. Такие программы составляются как для корабля в целом, так и для всех его основных систем, агрегатов и узлов. Существуют типовые ПОН (отдельно для надводных кораблей и для подводных лодок). По содержанию и составу решаемых задач ПОН близки к ЛА.

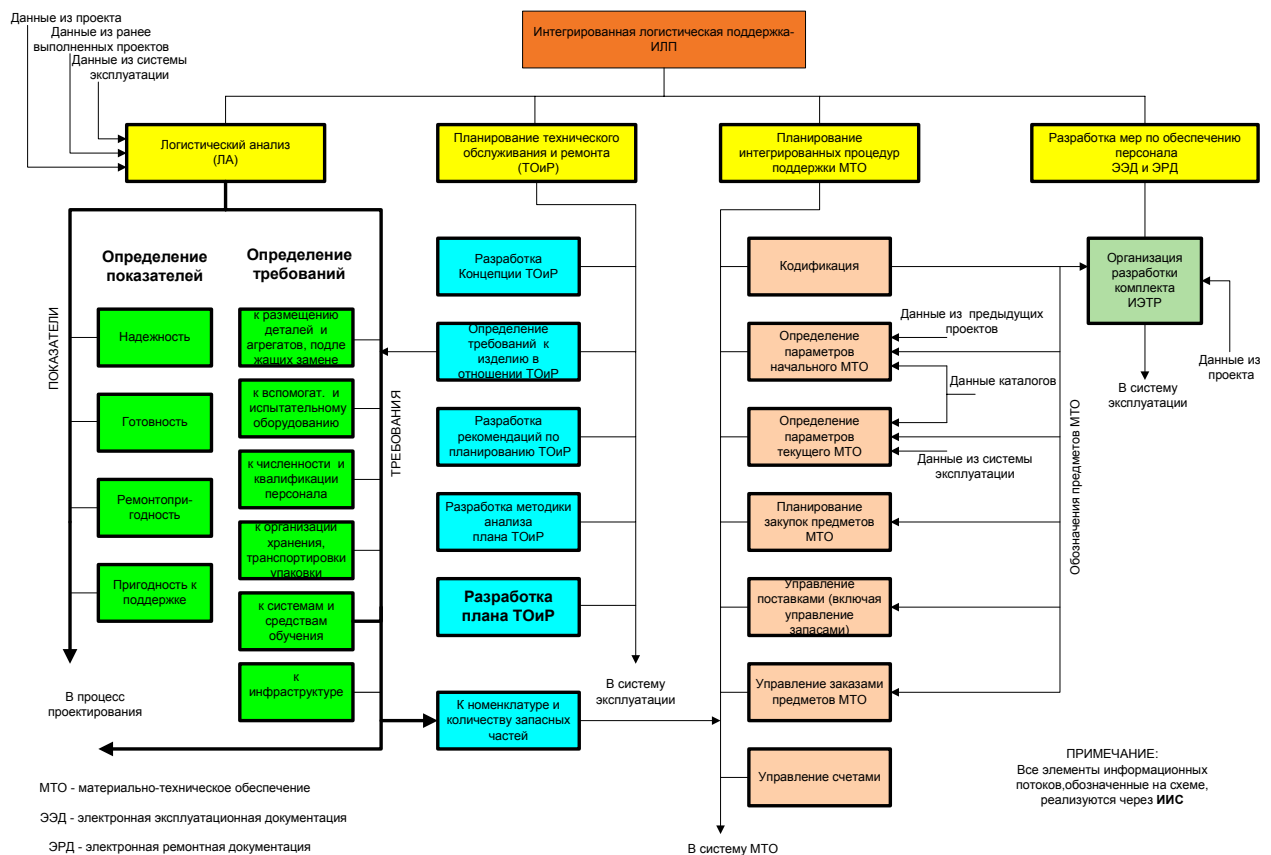


РИС. 2

В ГОСТ 28056 – 89 регламентированы требования к содержанию и оформлению программы технического обслуживания и ремонта самолетов – документа, содержащего сведения и описания, относящиеся к планированию и организации процессов ТОиР и МТО.

Главное отличие процессов и процедур, описываемых в отечественных нормативных документах, от аналогичных процессов и процедур, регламентированных зарубежными стандартами, состоит в том, что отечественные документы не предусматривают систематического применения информационных технологий для поддержки процессов ЛА, ТОиР, МТО и др. в рамках интегрированной информационной среды (ИИС). Это предопределяет необходимость перевода этих процессов на современную методическую и программно-техническую базу, приемлемую, в первую очередь, для иностранных заказчиков отечественной продукции.

Логистическому анализу и проблеме обеспечения персонала электронной эксплуатационной и ремонтной документацией посвящены специальные доклады. Поэтому здесь мы подробнее рассмотрим процессы планирования ТОиР и МТО.

Планирование процессов ТОиР предполагает:

- разработку концепции ТОиР;
- анализ и конкретизацию требований к изделию в части его обслуживания и ремонта;
- разработку и оперативную корректировку плана ТОиР.

Система технического обслуживания и ремонта – совокупность взаимосвязанных технических средств, специальной технической документации и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, относящихся к компетенции этой системы.

Концепция ТОиР



Рис. 3

Структура концепции ТОиР представлена на рис. 3.

Согласно ГОСТ 18322 – 78, техническое обслуживание (ТО) – операция или комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. Тот же ГОСТ 18322 – 78 определяет ремонт (Р) как комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей.

Метод технического обслуживания (ремонта) – это совокупность технологических и организационных правил выполнения операций технического обслуживания (ремонта).

Персонал, выполняющий ТО, может быть специализирован по видам изделий, видам операций и видам технического обслуживания.

Принято различать следующие виды ТО изделий:

- ТО при использовании;
- ТО при хранении;
- ТО при перемещении;
- ТО при ожидании использования по назначению.

Виды ТО можно классифицировать в зависимости от:

- периодичности выполнения;
- условий эксплуатации;
- регламентации выполнения;
- организации выполнения.

В ходе ТО выполняются регламентированные в конструкторской документации операции, необходимые для поддержания работоспособности или исправности изделия в течение его срока службы.

Под операцией ТО в соответствии с ГОСТ 3.1109-82 понимают законченную часть ТО изделия или его составной части, выполняемую на одном рабочем месте исполнителем определенной специальности.

Выбирая соответствующий метод технического обслуживания изделий, можно назначать величины параметров, относящихся к характеристикам поддерживаемости, минимизируя эксплуатационные затраты.

Помимо перечисленных выше понятий, в стандарте DEF STAN 00-60 введено понятие уровня ТОиР, которое применительно к оборонной технике может быть интерпретировано следующим образом:

- нулевой уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала, непосредственно эксплуатирующего изделие (экипажа);
- первый уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала подразделения (части), в составе которого эксплуатируется изделие (в армейских условиях – батальонные, полковые ремонтные службы);

- третий уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала соединения, в составе которого эксплуатируется изделие (корпусные, дивизионные, армейские ремонтные службы);
- четвертый уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала специализированных предприятий фронтового (окружного) подчинения;
- пятый уровень: ТОиР, выполняемые силами персонала предприятия – изготовителя.

Для техники гражданского назначения эти уровни описываются следующим образом:

- нулевой уровень - ежедневное обслуживание и уход за оборудованием, устранение мелких неисправностей: ТОиР, выполняемые силами персонала, непосредственно эксплуатирующего изделие (оператор, производственный рабочий);
- первый уровень – текущий ремонт: ТОиР, выполняемые силами ремонтного персонала подразделения (цеха), в составе которого эксплуатируется изделие;
- второй уровень – средний ремонт: ТОиР, выполняемые силами персонала предприятия, в составе которого эксплуатируется изделие (ремонтный цех в составе службы главного механика предприятия);
- третий уровень – капитальный ремонт: работы, выполняемые специализированными ремонтными предприятиями или заводом – изготовителем изделия.

Каждому уровню соответствует свой набор задач, требования к численности и квалификации обслуживающего и ремонтного персонала, к количеству и номенклатуре запасных частей и заменяемых агрегатов, к составу специального оборудования и т.д.

Конкретизация изложенных выше положений и представлений служит основой содержания концепции ТОиР, разрабатываемой, как правило, поставщиком изделия и согласуемой с его заказчиком.

Требования к изделию в отношении ТОиР определяются на основе данных ЛА, содержащихся в БД ЛА, и уточняются по результатам реальной эксплуатации в различных условиях.

На основе концепции и результатов анализа требований разрабатывают и реализуют следующие мероприятия:

- создание единой системы управления ТОиР, предусматривающей методы и «механизмы» улучшения показателей надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости, что в итоге должно минимизировать эксплуатационные затраты;
- организацию распределенной системы сбора и обработки службами заказчиков (эксплуатантов) статистической информации о значениях вышеуказанных показателей, а также данных о номенклатуре и количестве используемых запасных частей для изделия и его компонентов; эти данные извлекаются из специальных документов – формуляров изделия, его агрегатов и систем, в которых фиксируются результаты проведения операций ТОиР, факты замены компонентов, календарные сроки выполнения операций (начало, конец), сведения о работниках, выполнявших операцию и т.д.
- выполнение службами заказчиков и поставщика централизованного анализа накопленных эксплуатационных и логистических данных;
- проведение согласованной динамической корректировки планов ТОиР;
- подготовку и переподготовку персонала по обеспечению перечисленных выше мероприятий.

План ТОиР разрабатывают в нескольких альтернативных вариантах с учетом распределения работ по упомянутым выше уровням, назначения обслуживающего и ремонтного персонала, обладающего необходимой квалификацией, наличия необходимых запчастей и расходных материалов и т.д. Планируются календарные даты, трудоемкость работ и их стоимость. Заказчик выбирает наиболее подходящий ему вариант. При расчетах, связанных с планированием ТОиР, используют следующие основные показатели:

- Средняя продолжительность технического обслуживания (ремонта).
- Средняя трудоемкость технического обслуживания (ремонта).
- Средняя стоимость единицы времени (трудоемкости) технического обслуживания (ремонта).
- Средняя суммарная продолжительность технических обслуживаний (ремонтов).
- Средняя суммарная трудоемкость технических обслуживаний (ремонтов).
- Средняя суммарная стоимость технических обслуживаний (ремонтов).

- Удельная суммарная продолжительность технических обслуживаний (ремонтов) (относительно времени использования изделия по назначению).
- Удельная суммарная трудоемкость технических обслуживаний (ремонтов).
- Удельная суммарная стоимость технических обслуживаний (ремонтов).
- Коэффициент готовности.
- Коэффициент технического использования.

Определения этих показателей содержатся в нормативных документах (см., например, ГОСТ 27.001-96, 27.002-89, 27.003-90, 27.101-96, 15.206-84, 27.301-96, и др.). Их значения определяются в процессе ЛА и содержатся в соответствующих таблицах БД ЛА.

Процесс планирования поддержки материально-технического обеспечения (МТО) предполагает выполнение, управление и информационную поддержку в условиях интегрированной информационной среды (ИИС) следующих процедур:

- кодификация предметов МТО (Codification);
- начальное МТО (Initial Provisioning);
- текущее МТО (Provisioning);
- планирование поставок (Procurement Planning);
- управление поставками (Supply Management);
- управление заказами (Order Administration);
- управление счетами (Invoicing).

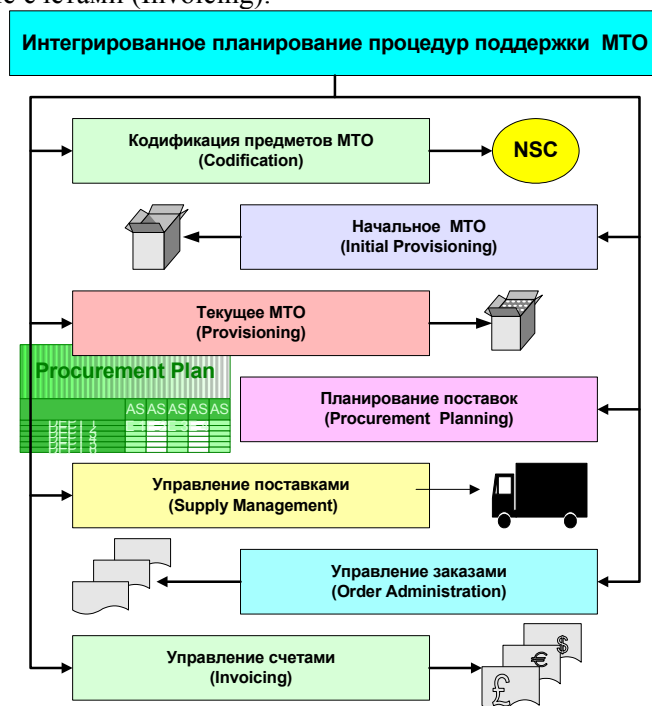


Рис. 4.

Кодификация предметов МТО представляет собой регламентированную стандартами процедуру присвоения этим предметам кодовых обозначений, однозначно понимаемых всеми причастными к соответствующим процессам службами поставщиков и получателей. Характерной особенностью этих обозначений является их ориентированность на компьютерную обработку. Здесь важно обеспечить по возможности автоматизированный переход к кодовым обозначениям, принятым в национальной (государственной) или международной системе каталогизации продукции, поставляемой для государственных нужд. Сегодня в качестве такой системы выступает система, принятая в странах НАТО, согласно которой каждому изделию присваивается специальный код NSC (NATO Stock Code). Кроме того, используются специальные коды предприятий – изготовителей предметов МТО. Постановлением Правительства РФ от 11 января 2000 г. № 26 аналогичная система внедряется в России. В этой связи задача кодификации в отечественной промышленности в ближайшие годы будет решаться в соответствии с существующими в этой области международными стандартами.

В контексте планирования, предусмотренном ИЛП, процедура, именуемая в стандарте DEF STAN 00-60 как *начальное МТО*, состоит в определении набора запасных частей и расходных материалов, необходимых для поддержки функционирования изделия в начальный

период его эксплуатации, когда процесс текущего МТО по тем или иным причинам еще не налажен. Состав этого набора как в отношении номенклатуры необходимых предметов, так и в отношении их количества, определяется расчетами, выполняемыми в процессе ЛА. В состав средств и предметов начального МТО, как правило, включают запасные части и материалы, необходимые для эксплуатации не только самого изделия, но и вспомогательного оборудования. В процессе организации начального МТО могут быть подготовлены контракты с фирмами – поставщиками соответствующей продукции. Обычно период действия начального МТО ограничивается сроком до двух лет.

Номенклатура и объемы поставок в процессе *текущего МТО* также определяются расчетами, выполняемыми в процессе ЛА, однако затем корректируются в зависимости от фактических условий эксплуатации изделия. При этом широко используются иллюстрированные каталоги деталей и элементов изделия. Подготовка каталогов происходит в процессе проектирования изделия.

Здесь могут быть эффективно использованы методы теории управления запасами, а также практические приложения этой теории.

Согласно стандартам DEF STAN 00-60, MIL-STD 1388 *планирование поставок (ПП)* представляет собой метод запроса и получения от промышленных предприятий сведений о ценах на предметы МТО, включая прайс-листы поставщиков. В соответствии со стандартами процедуры ПП охватывают два вида деловой практики:

1. Процедуры направления запроса о ценах на конкретные предметы МТО от покупателя потенциальному поставщику и последующего ответа поставщика.

2. Процедуры запроса покупателем актуального прайс-листа на некоторую номенклатуру предметов МТО и предоставления такого прайс-листа поставщиком в ответ на запрос покупателя. Возможна также процедура предоставления этих данных покупателю по собственной инициативе поставщика.

Стандарты жестко регламентируют форму и содержание запросов и ответов (сообщений) в электронном виде для обоих случаев, предусматривают формы и процедуры согласования цен и способы кодирования соответствующих разным ситуациям документов.

На основании результатов ПП определяется, у каких поставщиков будут приобретаться те или иные предметы МТО. Именно эти сведения и составляют содержание плана поставок. Эти данные используются в последующих операциях ИЛП, т.е. при управлении заказами и счетами.

Некоторые отечественные нормативные документы трактуют понятие планирования поставок гораздо шире, понимая под ним всю совокупность процессов, связанных с планированием и организацией поставок для государственных нужд. В контексте ИЛП под ПП понимается и рассматривается только планирование поставок запасных частей и расходных материалов для обеспечения эксплуатации, обслуживания и ремонта конкретного изделия.

Управление поставками предусматривает выполнение следующих процедур:

- оценку уровня текущих запасов по всем предметам МТО;
- принятие своевременных решений о необходимости пополнения этих запасов;
- подготовку соответствующих заявок;
- контроль качества поступающих предметов МТО;
- организацию учета, хранения и выдачи предметов МТО.

На выполнение всех этих процедур существуют предусмотренные стандартами правила и инструкции, определяющие состав и последовательность необходимых действий, а также форму и содержание сопроводительных документов.

Управление заказами – термин, объединяющий совокупность всех действий, осуществляемых с заказом (заявкой) от момента его выдачи заказчиком поставщику (с учетом возможных поправок/добавлений, запросов/справок о ходе выполнения и т.д.), вплоть до подтверждения доставки заказанных предметов МТО.

При выполнении этих действий между заказчиком и поставщиком осуществляется информационный обмен, в ходе которого используются следующие транзакции:

1. Размещение заказа (Заказчик – Поставщик);
2. Получение справок о размещенном заказе (Заказчик – Поставщик – Заказчик);
3. Подтверждение приема заказа (Поставщик - Заказчик);
4. Отказ от приема заказа (Поставщик – Заказчик);
5. Извещение об изменении несущественных параметров заказа (Поставщик – Заказчик);
6. Извещение о выполнении заказа (отгрузке) (Поставщик – Заказчик).

Формат и содержание транзакций регламентированы стандартами DEF STAN 00-60 и др.

Управление счетами на оплату заказанных предметов снабжения - информационный обмен между поставщиком и заказчиком при передаче счетов и данных о счетах на оплату в электронном виде. При этом используются следующие транзакции:

1. Отправка счета (Поставщик - Заказчик);
2. Подтверждение приема счета к оплате (Заказчик - Поставщик);
3. Отказ от оплаты счета (Заказчик - Поставщик);
4. Отправка платежного требования (Поставщик - Заказчик);
5. Прием платежного требования (Заказчик - Поставщик);
6. Отказ от платежного требования (Заказчик - Поставщик);
7. Запрос данных о состоянии платежа (Поставщик - Заказчик);
8. Ответ на запрос о состоянии платежа (Заказчик - Поставщик);
9. Извещение о состоянии платежа (Заказчик - Поставщик).

Формат и содержание транзакций регламентированы упомянутыми выше стандартами.

В контексте концепции CALS все перечисленные выше процессы и процедуры должны реализовываться при помощи специализированных программных приложений, оперирующих данными, содержащимися в интегрированной информационной среде, охватывающей предприятие – поставщика, эксплуатанта, сервисные службы, ремонтные подразделения и предприятия. Создание такой среды и соответствующих приложений является принципиально новой для отечественной промышленности научно-технической задачей, требующей решения в ближайшие годы.