

Повышение конкурентоспособности российской продукции военного назначения за счет применения технологий интегрированной логистической поддержки и каталогизации

Е.В. Судов, А.И. Левин, А.В. Петров, П.М. Елизаров (НИЦ CALS “Прикладная логистика”),
А.Н. Бриндигов, Н.И. Незеленов, А.В. Карташев (ОАО “Рособоронэкспорт”)



НИЦ CALS “Прикладная логистика” – лидер российского рынка решений в области информационной поддержки жизненного цикла и интегрированной логистической поддержки наукоемкой продукции. Основные направления деятельности – разработка нормативно-методической документации и программных решений; консалтинговые услуги; обучение.

Анализ востребованности информационных технологий в промышленности показывает, что они находят всё более широкое применение на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) сложной наукоемкой продукции, в частности продукции военного назначения (далее по тексту используется термин финальное изделие – **ФИ**), в рамках интегрированной информационной среды.

Совокупность технологий, ориентированных, преимущественно, на снижение стоимости ЖЦ (**СЖЦ**) при обеспечении требуемого коэффициента готовности получила в современной научно-технической литературе и нормативной документации название *интегрированной логистической поддержки (ИЛП)*. Следует отметить, что возможна и обратная формулировка цели ИЛП: обеспечение максимального значения коэффициента готовности при заданных ограничениях на СЖЦ.

В результате применения технологий ИЛП обеспечивается создание, сопровождение и развитие систем технической эксплуатации (**СТЭ**), свойства которых должны быть рациональным образом согласованы с конструкцией изделия.

Основным инструментом ИЛП служит анализ логистической поддержки (**АЛП**), который представляет собой “синтетическую” инженерную дисциплину, использующую специальную базу данных (БД АЛП), где хранятся как исходные данные, так и результаты решения прикладных задач. Целью решения этих задач является сокращение длительности процессов технического обслуживания (**ТО**) и, следовательно, плановых и неплановых простоев изделия (отсюда – повышение коэффициента готовности), а также снижение издержек, связанных с расходом материальных, трудовых и иных ресурсов (отсюда – снижение СЖЦ).

Средством организации БД АЛП является *PDM*-система (или подобная ей система), а средствами выполнения прикладных задач (в том числе расчетов) – специальные программные модули, работающие совместно с этой системой.

В рамках ИЛП решаются также задачи планирования **ТО** и материально-технического

обеспечения технической эксплуатации, задачи определения требований к численности, специализации и квалификации технического персонала, а также требований к его подготовке и переподготовке и т.д.

К проблематике ИЛП принято также относить электронные технологии создания эксплуатационной (**ЭД**) и ремонтной документации (**РД**), использующие информационные ресурсы, накапливаемые в БД АЛП, в *PDM*-системе, а также специфические информационные ресурсы и программные средства подготовки модулей данных и электронных публикаций. Сегодня в России такие средства создаются и совершенствуются. Следует подчеркнуть, что наличие электронной документации является практически неизменным условием экспортных контрактов. Поэтому эта технология на сегодняшний день в наибольшей степени востребована промышленностью.

Наконец, в рамках ИЛП разрабатываются специальные методики, алгоритмы и программно-аппаратные комплексы, предназначенные для мониторинга технического состояния и эксплуатационно-технических характеристик (**ЭТХ**) изделий. Накапливаемые в процессе мониторинга данные подлежат статистической обработке и последующей передаче в БД АЛП для использования при модернизации изделия и при новом проектировании.

Что же такое ИЛП?

До недавнего времени в определениях ИЛП не было однозначности – различные специалисты трактовали это понятие по-своему. Ситуация изменилась с принятием **ГОСТ Р 53393-2009**, где дается определение ИЛП.

У читателей, впервые знакомящихся с проблемой ИЛП, нередко возникают вопросы. Например, почему поддержка – логистическая? Под словом “логистика” понимают процессы, связанные с транспортировкой, складированием, таможенным оформлением и другими аналогичными действиями. Этим же словом именуют науку об управлении потоками товарной продукции. В рамках ИЛП эти процессы (впрочем – не все)

присутствуют, однако в общем спектре видов деятельности занимают весьма скромное место. В этой связи интересно заметить, что в нормативных документах Министерства обороны Великобритании (стандарт *00-600* от 23.04.2010 г., стандарт *JSP 886*, том 7, часть 2 от 15.05.2008 г.) даются определения ИЛП, в которых логистика вообще не упоминается.

Так, в стандарте *00-600* говорится: “*Integrated Logistic Support* – это организованный подход, который влияет на конструкцию изделия и развивает решения по поддержке [изделия], оптимизирующие “поддерживаемость” и СЖЦ; формирует “начальный пакет поддержки” и гарантирует непрерывную оптимизацию решений по поддержке в свете модификаций изделия и изменений в его использовании по назначению и в предъявляемых требованиях”.

В стандарте *JSP 886* дается следующее определение: “Интегрированная логистическая поддержка предусматривает виды деятельности (в оригинале – *disciplines*, “дисциплины”), гарантирующие, что на стадии проектирования оборудования идентифицированы и рассмотрены факторы “поддерживаемости” и стоимости, влияющие на конструкцию с целью оптимизации СЖЦ (в оригинале – *Whole Life Cost*)”. Далее указывается, что “ИЛП должна применяться как гарантия того, что оборудование спроектировано “поддерживаемым”, что создана необходимая инфраструктура поддержки и что СЖЦ оптимизирована”.



Рис. 1. Логическая схема взаимосвязи основных процессов ИЛП

Приведенные цитаты подтверждают, что упоминание о логистике в определениях ИЛП отсутствует.

Слово “интегрированная” в составе термина означает, прежде всего, информационную интеграцию всех относящихся к обсуждаемой проблеме процессов.

Согласно **ГОСТ Р 53394-2009**, “Интегрированная логистическая поддержка промышленных изделий – совокупность видов инженерной деятельности, реализуемых посредством управленческих, инженерных и информационных технологий, ориентированных на обеспечение высокого уровня готовности изделий (в том числе показателей, определяющих готовность – безотказности, долговечности, ремонтпригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности и др.) при одновременном снижении затрат, связанных с их эксплуатацией и обслуживанием”.

Состав видов деятельности, входящих в ИЛП, включает:

- анализ логистической поддержки;
- планирование и управление техническим обслуживанием и ремонтом изделия (**ТОиР**);
- планирование и управление материально-техническим обеспечением (**МТО**);
- разработку и сопровождение эксплуатационной и ремонтной документации;
- обеспечение заказчика специальным оборудованием, необходимым для эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия;
- планирование и организацию обучения персонала, в том числе разработки технических средств обучения;

- планирование и организацию процессов упаковывания, погрузки/разгрузки, хранения, транспортирования изделия;
- разработку инфраструктуры СТЭ;
- поддержку программного обеспечения (**ПО**) и средств компьютерной техники (**СКТ**);
- мониторинг технического состояния изделия и процессов эксплуатации и технического обслуживания;
- планирование и организацию процессов утилизации изделия и его составных частей.

Приведенное выше определение и схема на рис. 1 отражают точку зрения специалистов – разработчиков стандарта, сложившуюся к 2006–2007 гг. в процессе создания стандарта. С тех пор были накоплены новые знания и представления о проблеме, в связи с чем и определение, и иллюстрирующая

его схема нуждаются в некоторых уточнениях. При неизменности провозглашаемых указанным определением общих целей ИЛП следует уточнить содержание объединяемых этим понятием видов деятельности.

На современном уровне знаний предлагается считать, что ИЛП ориентирована на процессы создания, сопровождения и развития СТЭ изделия и связана, преимущественно, с разработкой методического, документального и информационного обеспечения указанных процессов.

Соответственно, виды деятельности ИЛП группируются по следующим основным направлениям:

- **создание** (разработка) СТЭ, элементы которой должны быть увязаны между собой и с изделием так, чтобы обеспечить достижение целей, указанных в приведенном выше определении. Это предполагает подготовку (в том числе согласование и утверждение) необходимых для последующего функционирования СТЭ требований, планов, программ, методик, инструкций и других данных и документов (в том числе – в электронном виде);

- **сопровождение** (обеспечение функционирования) СТЭ в ходе использования ФИ по назначению – от момента начала эксплуатации до списания и утилизации. Это предполагает техническую, методическую и информационную поддержку функционирования СТЭ на основе данных и документов, полученных при её разработке, включая систематическую верификацию и актуализацию документов и данных по результатам анализа фактических сведений о ходе эксплуатации ФИ;

- **совершенствование** СТЭ в ходе ЖЦ ФИ, что предполагает внесение в полученные при создании и сопровождении СТЭ документы и данные изменений, обусловленных изменениями конструкции ФИ, условий эксплуатации, технологий и оборудования ТО и другими (в том числе – экономическими) факторами.

Виды деятельности ИЛП, объединенные в описанные выше направления и реализуемые на разных стадиях ЖЦ изделия, логически и информационно интегрированы в единый комплекс процессов, в который вовлечены как разработчик (поставщик), так и заказчик (эксплуатант). Информационная интеграция процессов обеспечивает обратную связь между процессами: сведения, полученные в ходе эксплуатации, используются для совершенствования конструкции изделия и организации СТЭ.

Логическая схема, отображающая взаимосвязи основных процессов ИЛП, представлена на рис. 1. Согласно этой схеме, в ходе ИЛП выполняются следующие основные действия:

- 1 Формирование концепции СТЭ/поддержки ФИ с учетом ожидаемых условий и сценариев эксплуатации. В ходе разработки изделия и СТЭ, а также при сопровождении и развитии СТЭ эта концепция может меняться;

- 2 Систематизация сведений о конструкции изделия, необходимых для создания СТЭ, включая данные о надежности;

- 3 Анализ логистической поддержки с формированием БД АЛП и получением необходимых данных и документов в форме отчетов из БД АЛП;

- 4 Проверка фактических показателей “поддерживаемости” (эксплуатационно-экономической эффективности) изделия, обеспечиваемых его конструкцией и созданной СТЭ;

- 5 Оценки СЖЦ (в том числе прямых затрат на ТО и издержек, обусловленных простоями ФИ).

Ниже приводятся краткие описания некоторых видов деятельности в рамках ИЛП.

Анализ логистической поддержки

Как следует из рис. 1, анализ логистической поддержки является основным инструментом решения большинства задач ИЛП. В соответствии с современными представлениями АЛП включает в себя:

- анализ условий и возможных сценариев эксплуатации ФИ;
- анализ существующей СТЭ;
- анализ вариантов конструкции ФИ и СТЭ и выбор их наилучшего сочетания (рис. 2);
- анализ технического обслуживания, включающий выбор методов и технологий выполнения работ по ТО с оценкой их трудоемкости и продолжительности; определение потребностей в материальных, трудовых (кадровых) и других ресурсах, необходимых для выполнения указанных работ;

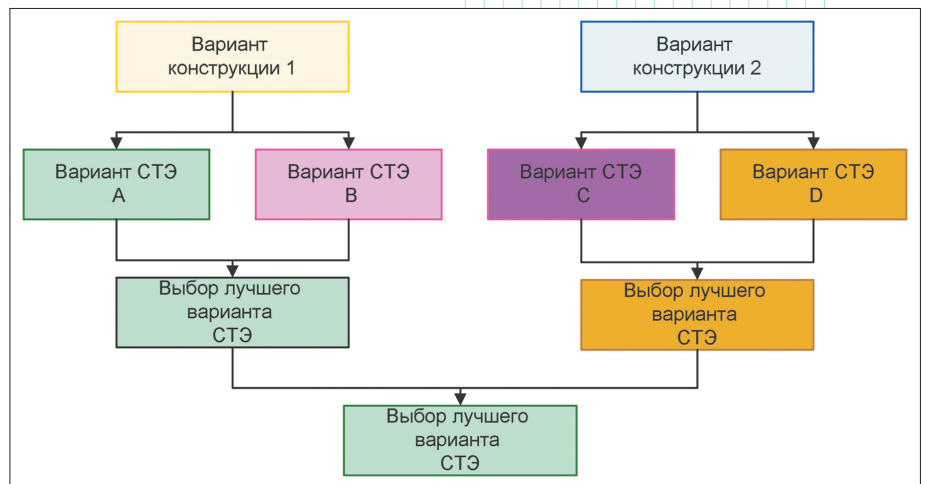


Рис. 2. Логическая схема анализа вариантов конструкции изделия и СТЭ и выбора их наилучшего сочетания

- анализ изменений в существующей СТЭ, связанных с вводом в эксплуатацию нового ФИ;
- определение формы, объемов и условий постоянной технической поддержки, которую поставщик должен обеспечить заказчику;
- определение содержания послепроизводственного обеспечения – деятельности поставщика после прекращения производства ФИ (см. пояснения ниже);
- разработка методического обеспечения системы сбора данных (мониторинга), имеющей целью установление обратной связи от заказчика к поставщику в аспекте информации о ходе технической эксплуатации, возникающих проблемах и т.д. – с тем, чтобы использовать эту информацию в работе по совершенствованию конструкции ФИ, возможностей СТЭ и в последующих проектах;
- оценка эффективности разработанной СТЭ в аспекте ЭТХ ФИ – в том числе повышения готовности ФИ, снижения СЖЦ (включая затраты на ТО и издержки, связанные с простоями ФИ) и, при необходимости, планирование мероприятий по развитию СТЭ.

В ходе АЛП выполняют анализ структуры и функциональный анализ изделия, а также анализ видов последствий отказов и критичности отказов, при котором выявляют виды возможных отказов и определяют состав и приоритеты компенсирующих или корректирующих действий (работ по обслуживанию).

Конкретный набор задач АЛП определяется особенностями проекта и стадией разработки. Часть задач выполняется итеративно.

Полученные результаты накапливаются в базе данных АЛП и применяются при формировании СТЭ и её элементов. В частности, описания задач обслуживания представляются в стандартизированном виде и могут, практически без переделок, быть использованы в дальнейшем для подготовки технической документации и средств обучения.

Исходные данные и результаты решения задач АЛП, хранимые в БД АЛП, должны сохранять актуальность практически в течение всего срока службы ФИ. Поскольку актуальность данных АЛП является критически важным фактором, в ходе сопровождения БД АЛП должны использоваться методы управления конфигурацией по ГОСТ Р ИСО 10007.

Планирование ТО

Планирование ТОиР заключается в разработке состава задач обслуживания и условий их выполнения. В ходе создания СТЭ головной разработчик ФИ в рамках АЛП проводит анализ требований к организации ТО. При этом анализе в качестве исходных данных используют описания ожидаемых условий эксплуатации, вариантов применения ФИ по назначению (сценариев), а также описание существующей структуры и функций организаций, специализирующихся на выполнении ТО.

Результатом анализа являются уточненные требования к СТЭ, оценки затрат на их выполнение, а также дополнительные требования к конструкции ФИ, которые должны быть учтены на последующих этапах разработки. Исходные данные и результаты хранят в БД АЛП.

По результатам АЛП разрабатывают План ТО, который должен содержать, как минимум, следующую информацию:

- описание рекомендуемых разработчиком методов организации ТО изделия и его составных частей, включая описание разных организационно-технических уровней, на которых будет выполняться ТО;
- рекомендации по составу работ по ТО и их периодичности;
- виды логистических ресурсов для выполнения ТО и прогнозируемая потребность в них (в том числе технологии и исполнители ТО);
- предполагаемые формы участия поставщика ФИ в обеспечении ТО;
- виды документации по ТО, основные требования к её содержанию и оформлению;
- другие сведения по усмотрению головного разработчика и заказчика.

Развитие СТЭ предполагает внесение изменений в планы и программы ТО при изменении условий эксплуатации, модернизации конструкции ФИ и по другим существенным причинам.

Планирование МТО

При разработке СТЭ должно быть предусмотрено рациональное планирование объемов материальных ресурсов (запасных частей, расходных материалов и т.п.), обеспечивающее сокращение затрат заказчика, обусловленных дефицитом (и, следовательно, простоями ФИ) или избытком этих ресурсов (и, следовательно, омертвлением капитала).

Планирование МТО включает:

- выделение в конструкции изделия компонентов, являющихся предметом материально-технического снабжения (в англоязычной литературе используется термин “*provisioning*”);
 - кодификацию (каталогизацию) предметов МТО;
 - планирование начального МТО;
 - оценку (планирование) объемов запасов, требуемых для рассматриваемых периодов эксплуатации, с распределением их по организационно-техническим уровням в соответствии с принятой схемой и технико-экономической моделью организации ТОиР и МТО.
- Планирование МТО осуществляет головной разработчик в ходе выполнения АЛП при разработке СТЭ. В качестве исходных данных при этом используют:
- информацию о предполагаемых сценариях эксплуатации ФИ;
 - данные по эксплуатации ФИ – аналогов;
 - показатели надежности ФИ и его составных частей и др.

Отдельно оценивается потребность в средствах МТО для начального периода (начальное МТО). Результатом планирования начального МТО является номенклатура и количество запасных частей и расходных материалов, поставляемых вместе с ФИ и обеспечивающих его эксплуатацию и ТОиР в планируемый начальный период. Эти сведения оформляют в виде документа “Перечень начального МТО”, который должен быть согласован с заказчиком и другими заинтересованными организациями. При необходимости этот документ включают в комплект эксплуатационной документации на ФИ.

В целом, разрабатываемый план МТО должен содержать сведения по номенклатуре и объемам средств МТО для планового и непланового обслуживания ФИ в целом и его компонентов (покупных комплектующих изделий и составных частей собственного производства – ремонтпригодных и неремонтпригодных).

Составными частями плана МТО являются:

- номенклатурный перечень предметов МТО;
- описание процедур и источников (поставщиков) приобретения предметов МТО (отдельно для этапов начального МТО и текущего МТО);
- количественные показатели запасов материальных ресурсов для каждого уровня технического обслуживания и места их хранения и использования;
- прогнозируемые (рекомендуемые) требования к складским и транспортным мощностям с распределением по организационно-техническим уровням;
- возможности и условия применения прогрессивных методов идентификации предметов МТО (например, средства штриховой и/или радиочастотной идентификации);
- другие данные по усмотрению разработчика.

Каталогизация представляет собой процедуру присвоения предметам МТО уникальных кодовых обозначений, однозначно понимаемых всеми службами головного разработчика, заказчика и других участников процессов ИЛП и послепродажного обслуживания.

Применение процедур каталогизация позволяет избежать неоправданного роста номенклатуры составных частей ФИ, минимизировать количество дублирующих изделий в системе МТО, обеспечить взаимозаменяемость и совместимость, облегчая техническое обслуживание и ремонт однотипных изделий.

Актуальная каталожная информация является основой принятия объективных решений в сфере управления заказами продукции и оперативного материально-технического снабжения эксплуатирующих и ремонтных организаций.

К основным преимуществам, предоставляемым системой каталогизации,

относятся: единая система классификации и идентификации предметов снабжения; ограничение закупок дублирующей продукции; централизованное определение потребностей и закупок; возможности конкурсных закупок каталогизированной продукции и организации эффективной кооперации; учет опасных для окружающей среды и человека видов предметов снабжения.

Единый подход к классификации в системе каталогизации позволяет единообразно идентифицировать предмет, закупаемый различными заказчиками, и кодировать его одним национальным номенклатурным номером, несмотря на то, что требуемый предмет может быть назван поставщиком (производителем) и эксплуатантом по-разному – например, шайба, прокладка, кольцо или др.

Проводимый на основе системы каталогизации контроль позволяет выявлять избыточную номенклатуру предметов, которые не требуются приобретать, поскольку они (или их более качественные аналоги) уже имеются в наличии, либо у эксплуатирующих организаций отсутствуют реальные потребности в них. Известно, что в рамках международной системы каталогизации за год выявляется в среднем более 30% таких предметов из общего числа заявленных к закупке. Единая идентификация предмета у всех государственных заказчиков предоставляет возможности централизованной закупки предметов снабжения для эксплуатирующих организаций, что обеспечивает повышение качества предметов снабжения и снижение закупочной цены. Так, по данным центра каталогизации Германии, централизованная закупка двигателей стеклоочистителя для автомобиля с номенклатурным номером системы каталогизации НАТО (NSN) 2540-12-194-4808 позволила снизить цену с 217.12 евро до 72.09, а централизация закупки соединительных проводов – с 20.52 до 11.79 евро.



Рис. 3. Требования к источникам поставки в течение послепродажного обслуживания продукции

Кроме того, система каталогизации, обладая информацией о непосредственных производителях комплектующих изделий, позволяет снижать затраты на закупку запасных частей, минуя “серых” посредников.

Каталогизация является информационной основой эффективного управления кооперацией поставщиков предметов снабжения, позволяющей учесть значительную разницу требований частного сектора и государственных организаций. Известно, что государственные заказчики (в первую очередь, военные) требуют поддержки снабжения запасными частями на протяжении существенно большего периода времени, чем частные заказчики (рис. 3).

Позиционирование каталогизации как элемента интегрированной логистической поддержки, к сожалению, не стало до настоящего времени общепринятой точкой зрения отечественных специалистов.

В “Основных положениях создания федеральной системы каталогизации”, утвержденных постановлением Правительства РФ от 11 января 2000 г. № 26, в пункте 2 прямо указывается, что “... принципы классификации, идентификации и кодирования информации о продукции в системе каталогизации гармонизируются с принципами, принятыми в международной практике каталогизации продукции”.

Однако, федеральная система каталогизации продукции (и, в первую очередь, её основная подсистема каталогизации предметов снабжения Вооруженных Сил РФ) реализует иные методические принципы, обусловившие информационную несовместимость ФСКП с международными системами классификации, идентификации, формализованного описания и кодирования каталогизируемых предметов снабжения.

Несмотря на многолетний опыт многих передовых зарубежных стран, воплощенный в нормативных документах, ставших де-факто международными стандартами (например, вышеупомянутый стандарт Минобороны Великобритании *Def Stan 00-600*), каталогизация рассматривается рядом специалистов центров каталогизации российских госзаказчиков и некоторых отраслевых НИИ в качестве самостоятельного инструмента с нечетко выраженными областями использования. Как правило, при этом сторонники подобного подхода ограничиваются указанием области формирования гособоронзаказа, как будущего места применения каталогизации. Впрочем, этот предлагаемый инструмент до сих пор останется невостребованным со стороны организаций, профессионально занимающихся формированием гособоронзаказа.

Имеет место достаточно странная ситуация: руководители высшего звена ориентируют работы по каталогизации на применение принципов международной системы каталогизации, а непосредственные исполнители, проводящие работы

по каталогизации продукции, закупаемой для отечественных госзаказчиков, по-прежнему продолжают изобретать невостребованный жизнью “велосипед”.

Естественно, что подобный подход к организации каталогизации не может быть принят участниками военно-технического сотрудничества с зарубежными странами, которые для того, чтобы их продукция являлась конкурентоспособной на мировом рынке, должны в полной мере реализовывать все международно признанные элементы ИЛП, включая и каталогизацию. Каталогизация должна не только отвечать на ряд важнейших вопросов ИЛП, но и обеспечивать единый технический язык в данной области и взаимопонимание между участниками ЖЦ экспортируемой продукции в различных странах.

Разработка и сопровождение документации на изделие

Своевременное и качественное выполнение всех работ по ТО и ремонту ФИ требует обеспечения персонала достоверной и актуальной технической документацией (преимущественно в электронном виде). Результатом применения информационной технологии разработки является специализированная общая база данных эксплуатационной документации (**ОБДЭД**) по **ГОСТ 2.601**, содержащая модули данных, из которых формируется и предоставляется заказчику комплект ЭД и РД, представляемых преимущественно в виде интерактивных электронных документов. Данные из ОБДЭД могут быть использованы при информационной интеграции процессов разработки ЭД и РД, планирования и управления ТОиР и МТО.

Поддержка ПО и средств компьютерной техники

В процессе разработки СТЭ должны быть определены потребности в материальных, трудовых и иных ресурсах и спланировано обеспечение этими ресурсами процессов поддержки ПО и СКТ – в том числе, встроенных в ФИ и его компоненты, а также используемых для обучения.

Перечень необходимых СКТ и ПО определяют в ходе проектирования ФИ, выполнения АЛП и разработки технологий и системы ИЛП. При этом руководствуются принципами стандартизации и унификации и преимущественно используют компьютерное, коммуникационное оборудование и иные аппаратные средства общего назначения, а также СКТ, уже имеющиеся в существующей инфраструктуре заказчика. Стремятся максимально использовать ПО, имеющееся на рынке программных средств, если это не противоречит требованиям конфиденциальности информации и другим специальным требованиям.

Головной разработчик создает концепцию поддержки ПО и СКТ, включающую разделы, посвященные техническому обслуживанию и ремонту аппаратной части и поддержки ПО (выпуск (установка) новых версий программ, устранение выявленных ошибок, сбоев и т.д.). Отдельно в концепции рассматривают вопросы обновления (замены) СКТ и ПО по мере их устаревания.

Данные, относящиеся к ПО, СКТ и коммуникационному оборудованию, фиксируют в БД АЛП. В дальнейшем эти данные уточняют в процессе эксплуатации изделия.

СКТ в специальном исполнении, специальное коммуникационное оборудование и оригинальное ПО применяют только в тех случаях, когда технико-экономическое обоснование показывает возможность значительного снижения СЖЦ ФИ и отказоустойчивости ПО и СКТ.

Планирование процессов упаковывания, погрузки/разгрузки, хранения, транспортирования изделия

Процессы упаковывания, погрузки/разгрузки, хранения, транспортирования ФИ и/или его составных частей должны быть спланированы так, чтобы исключить снижение их работоспособности (то есть предотвратить повреждения). Все связанные с этими процессами процедуры, методы, необходимые ресурсы и требования к специальным конструктивным решениям определяют на этапе проектирования, а результаты фиксируют в БД АЛП.

Требования к обеспечению сохранности ФИ при длительном и краткосрочном хранении, а также при транспортировании определяют с учетом условий окружающей среды (температура воздуха и её перепады, влажность, уровень вибрации и другие факторы). Для вновь разрабатываемых ФИ проводят полный анализ транспортабельности, упаковки и вариантов процессов перемещения, хранения и транспортирования, результаты которого влияют на конструкцию ФИ. Для покупных изделий указанные факторы учитываются при оценке применимости этих изделий в финальном изделии.

Разработка требований и рекомендаций в отношении инфраструктуры СТЭ ФИ

Требования к составу инфраструктуры и характеристикам её компонентов (коммуникаций, зданий, сооружений и т.д.), необходимых для эксплуатации и ТОиР ФИ, определяют в ходе АЛП. При проведении анализа обосновывают необходимость применения тех или иных компонентов и определяют их стоимость. Требования к инфраструктуре и её компонентам фиксируют в БД АЛП.

При создании проектов инфраструктуры для конкретных изделий стремятся к рациональному использованию существующих компонентов

инфраструктуры. Проекты создания новых компонентов инфраструктуры рассматривают только при отсутствии требуемых компонентов в существующей инфраструктуре и при наличии технико-экономического обоснования.

Мониторинг технического состояния и эксплуатационно-технических характеристик ФИ

Важнейшими задачами при создании и сопровождении СТЭ являются:

- установление соответствия (или, напротив, несоответствия) фактических ЭТХ ФИ их расчетным (проектным) значениям;
- получение данных, необходимых для совершенствования конструкции ФИ и СТЭ, а также для использования в последующих проектах (осуществление обратной связи от заказчика (эксплуатанта) к разработчику и производителю ФИ);
- повышение эффективности процессов ТОиР и МТО на основе данных о фактическом техническом состоянии ФИ и его составных частей (возможность перехода от планово-профилактического обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию);
- установление фактической (текущей) конфигурации ФИ и её соответствия сертифицированной типовой конструкции;
- установление морального износа (старения) и необходимости замены соответствующих составных частей ФИ на новые.

Все эти задачи составляют суть мониторинга технического состояния и ЭТХ ФИ, технология которого предусматривает получение, статистическую обработку, анализ данных о надежности (безотказности, долговечности), эксплуатационной и ремонтной технологичности ФИ, параметрах СТЭ (трудоемкость и продолжительность работ по ТО, фактический расход материальных ресурсов, время простоя ФИ при ожидании ТО и др.) и затратах на ТО.

Объектами мониторинга являются ФИ в целом, его составные части, процессы эксплуатации и элементы СТЭ. Сравнение фактических и расчетных (проектных) характеристик ФИ и СТЭ должно способствовать обоснованию решений, касающихся изменений конструкции изделия, организации СТЭ и (или) планов ИЛП.

В ходе мониторинга организуют сбор сведений по утвержденному заказчиком перечню. Эти сведения фиксируют в информационной системе ИЛП эксплуатанта (в том числе, в электронном эксплуатационном деле ФИ). Далее эти сведения передаются в ИС ИЛП головного разработчика для окончательной обработки, анализа и принятия решений. После соответствующей обработки данные мониторинга могут фиксироваться в БД АЛП разработчика.

Совокупность данных мониторинга образует информационное обеспечение задач,

выполняемых по его результатам. Состав данных и их формат, правила проведения мониторинга и обмена информацией о его результатах между головным разработчиком и заказчиком, как правило, определяют для каждого конкретного проекта.

Планирование процессов утилизации изделия и его составных частей

Планирование в рамках ИЛП процесса эффективной и своевременной утилизации изделия (и/или его составных частей), а также, как правило, специального оборудования для его поддержки имеет целью выработку мер, обеспечивающих снижение затрат на утилизацию после вывода ФИ из эксплуатации. Все требования к процедурам утилизации должны быть определены и документированы, а соответствующие затраты оценены.

На этапе проектирования принимают меры по обеспечению технологичности разделки ФИ и его составных частей и определяют способы утилизации (изъятие драгоценных и/или радиоактивных материалов). При необходимости для выполнения этих работ разрабатывают технические задания на специальное технологическое оборудование.

Технология утилизации направлена на снижение общих издержек по всему ЖЦ ФИ, включая учет затрат, связанных с поддержанием работоспособности устаревшего оборудования.

По завершении утилизации сопоставляют фактические и предполагаемые затраты. Как правило, это делается после вывода ФИ из эксплуатации. При разработке процессов утилизации предусматривают меры, предотвращающие ущерб для окружающей среды.

Другие составные части ИЛП

Для эффективного функционирования СТЭ необходимо специальное измерительное, испытательное и вспомогательное оборудование в стационарном и мобильном исполнении, которым должны быть оснащены обслуживающие и ремонтные организации. Перечни такого оборудования, обеспечивающего надлежащее качество работ и повышение производительности труда при эксплуатации и ТОиР ФИ, а также технические требования к характеристикам этого оборудования разрабатывают и предоставляют заказчикам (эксплуатантам) в процессе создания СТЭ.

Перечень необходимого оборудования и требования к его характеристикам определяют в ходе выполнения АЛП (как правило, при планировании ТО). При этом руководствуются принципами стандартизации и унификации и преимущественно используют:

- оборудование из стандартных типоразмерных рядов;
- оборудование, уже имеющееся в существующей инфраструктуре заказчика;

- контрольно-измерительное и испытательное оборудование, встроенное в изделие.

Данные, относящиеся к специальному оборудованию, фиксируют в БД АЛП. В дальнейшем перечень оборудования и требования к нему уточняют на основе данных, получаемых в ходе АЛП на последующих стадиях ЖЦ ФИ.

Специальное оборудование и специальный инструмент применяют только в тех случаях, когда технико-экономическое обоснование показывает возможность значительного снижения СЖЦ, сокращения трудоемкости и продолжительности работ по ТОиР.

Головной разработчик совместно с разработчиками специального оборудования создает план логистической поддержки, концепцию ТО этого оборудования и поддержки его программного обеспечения (при наличии такового).

В процессе разработки СТЭ должен быть спланирован комплекс мер по подготовке (обучению) и переподготовке эксплуатирующего, обслуживающего и ремонтного персонала, гарантирующий уровень квалификации специалистов, обеспечивающий надлежащее качество работ и высокую производительность труда при эксплуатации и ТОиР. Кроме того, должен быть создан план разработки технических средств обучения (ТСО), обеспечивающих эффективность учебно-го процесса.

Головной разработчик должен подготовить и предложить заказчику комплекс мер, реализуемый в ходе подготовки к вводу разрабатываемого ФИ в эксплуатацию и, как минимум, включающий:

- определение номенклатуры специальностей и численности специалистов, подлежащих обучению и переподготовке по каждой специальности;
- определение видов и форм обучения (непосредственно на изделии, в учебных классах, в специальных учебных центрах и т.д.), разработку учебных планов, программ и учебно-методических материалов (в том числе – в электронной форме);
- прогнозируемую продолжительность и требуемое опережение обучения по отношению к срокам ввода разрабатываемого ФИ в эксплуатацию;
- состав, технические характеристики и сроки разработки и изготовления ТСО: учебных стендов, тренажеров (в том числе – компьютерных) и др.;
- разработку методов и программ аттестации и сертификации специалистов, прошедших обучение.

Исходными данными для разработки предложений являются перечни специальностей, уровни квалификации, необходимая численность персонала, которые определяются в ходе АЛП, а также потребности в обучении и требования к обучающему оборудованию. При определении требований к персоналу учитывают нормы безопасности, эффективность эксплуатации и влияние “человеческого фактора”.

ИЛП и конкурентоспособность

Как явствует из изложенного выше, виды деятельности, относящиеся к ИЛП, весьма многообразны и охватывают значительную часть этапов ЖЦ изделий. При этом собственно логистическая компонента (в буквальном понимании смысла) занимает в общем спектре видов деятельности ИЛП сравнительно скромное место. Что касается остальных видов деятельности, то все они, так или иначе, имеют своей целью улучшение ЭТХ ФИ и сокращение издержек, связанных с его эксплуатацией и обслуживанием. Если трактовать уровни ЭТХ как показатели качества изделия, а издержки – как некую “цену”, которую потребитель “платит” за это качество, то можно сделать вывод, что конечной, обобщенной целью ИЛП является повышение конкурентоспособности соответствующей продукции.

Согласно ГОСТ 23743-88, ЭТХ – суть характеристики безопасности (отказобезопасности), надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности. Каждая из перечисленных общих характеристик, в свою очередь, подразделяется на ряд частных характеристик. Количественные значения ЭТХ принято называть показателями ЭТХ.

Многообразие частных ЭТХ позволяет сделать соответствующие показатели измеримыми и использовать их значения в разнообразных расчетах. С другой стороны, для оценки эффективности ФИ в целом и его СТЭ применяют ограниченное число обобщенных, интегральных показателей – таких, как коэффициент [технической] готовности, коэффициент готовности к выполнению миссии и т.п.

Согласно ГОСТ 27.002-89, коэффициент готовности есть “вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается”. В этом определении под словом “объект” понимается любое самостоятельно функционирующее изделие или совокупность таких изделий, или составная часть (как правило, крупная) изделия.

Кроме этого термина, упомянутым стандартом вводятся следующие понятия: коэффициент планируемого применения, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования.

На практике коэффициент готовности определяют статистически как отношение времени T_{pc} пребывания изделия (в частности – ФИ) в работоспособном состоянии к общему календарному времени T , которое, в свою очередь, предполагается равным сумме времени T_{pc} и времени T_{np} простоев:

$$K_z = \frac{T_{pc}}{T} = \frac{T_{pc}}{T_{pc} + T_{np}} \quad (1)$$

Из общих инженерных соображений понятно, что время пребывания изделия в работоспособном состоянии на достаточно длительном промежутке календарного времени T прямо зависит от такого показателя надежности, как наработка на отказ, или от вероятности безотказной работы. При этом T_{pc} находится в обратной зависимости от интенсивности (параметра потока) отказов, либо от вероятности отказа на заданном промежутке времени.

Что касается времени простоев, то оно тем больше, чем хуже показатели эксплуатационной и ремонтной технологичности и контролепригодности, и, напротив, уменьшается с улучшением этих показателей.

Как указывалось в определениях ИЛП из стандартов *00-600* и *JSP 886*, приведенных выше, критериями эффективности ИЛП (то есть её целевыми функциями) являются “поддерживаемость” и СЖЦ, а точнее – та часть СЖЦ, которая непосредственно связана с поддержанием ФИ в работоспособном состоянии. В более раннем стандарте Министерства обороны Великобритании указывалось, что “поддерживаемость” (а точнее – показатель поддерживаемости) является комплексным параметром, зависящим от технических и организационных факторов, в том числе:

- от надежности изделия и его компонентов, измеряемой наработкой на отказ или средним временем между отказами (*Mean Time Between Failures – MTBF*);
- от средних затрат времени на ремонт (*Mean Time to Repair – MTTR*);
- от среднего времени восстановления (приведения в рабочее состояние) после отказа, характеризующего ремонтпригодность изделия (*Required Standby Time – RST*);
- от среднего времени между обслуживаниями (*Mean Time Between Maintenance Actions – MTBMA*);
- от среднего времени между заменами узлов и агрегатов (*Mean Time Between Removals – MTBR*) и т.д.

Нетрудно видеть, что перечисленные факторы в значительной мере совпадают с ЭТХ, регламентированными нормативными документами РФ. Всё это позволяет утверждать, что зависящий от перечисленных выше параметров коэффициент готовности может рассматриваться как некоторая мера “поддерживаемости” ФИ или её важнейшая составляющая.

Целевыми задачами ИЛП в рамках конкретных проектов могут быть:

- минимизация СЖЦ при заданном значении коэффициента готовности (СЖЦ – целевая функция; заданное значение коэффициента готовности – ограничение оптимизационной задачи);
- максимизация коэффициента готовности при заданных ограничениях на СЖЦ (коэффициент

готовности – целевая функция; заданное значение СЖЦ – ограничение оптимизационной задачи).

В силу отмеченной выше комплексности, коэффициент готовности можно рассматривать как некоторую меру качества ФИ и использовать его для оценки конкурентоспособности различных ФИ – естественно, относящихся к одному классу и обладающих одинаковыми или очень близкими параметрами назначения и другими свойствами. Если, далее, трактовать часть СЖЦ, расходуемую на поддержание ФИ в работоспособном состоянии ($C_{\text{ТОиР}}$), как “цену”, которую приходится платить за качество, то мерой конкурентоспособности (соотношения “качество – цена”) может выступать отношение:

$$КС = \frac{K_i}{C_{\text{ТОиР}}} \quad (2)$$

Показатель КС непосредственно связан с ЭТХ ФИ, значения которых зависят как от конструктивных свойств и технологии изготовления ФИ и его компонентов, так и от организации процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Отсюда следует вывод: системная целевая функция ИЛП вообще и АЛП как его основы состоит в обеспечении требуемого показателя “поддерживаемости”, учитывающего как коэффициент готовности ФИ, так и затраты на ТОиР, и являющегося частным случаем показателя конкурентоспособности.

ИЛП и послепродажное обслуживание (ППО)

Завершая обсуждение общей проблематики ИЛП и её составляющих, необходимо сделать одно важное замечание. В отечественной и зарубежной практике часто используется термин “послепродажное обслуживание” (отметим, что из состава послепродажного обеспечения целесообразно выделять *послепроизводственное обеспечение* – совокупность видов деятельности разработчика и изготовителя, осуществляемую после того, как выпуск ФИ прекращен, а эксплуатация ранее выпущенных экземпляров ФИ продолжается. Здесь возникает ряд особенностей как организационно-технического, так и финансово-экономического характера, являющихся предметом особого рассмотрения и анализа). При этом специалисты либо отождествляют ППО с ИЛП, либо обсуждают вопрос о том, является ли ППО частью ИЛП (или, напротив, ИЛП – часть ППО). Всё это порождает путаницу и влечет за собой некорректность оценок и подходов.

Во избежание путаницы, авторы предлагают считать, что ППО – совокупность видов деятельности разработчика и изготовителя, направленная на предоставление услуг потребителю продукции и связанная, как правило:

- с созданием и производством материальных ресурсов, необходимых для эксплуатации изделий (безотносительно к конкретному потребителю). Процессы хранения и поставки ресурсов реализуются посредством специально организуемой системы дистрибьюторских центров и складов, выполняющих заказы организаций, осуществляющих ТЭ. При определении номенклатуры и потребных объемов этих ресурсов используются методы, документы и данные ИЛП;

- с организацией централизованных предприятий, осуществляющих ТОиР (по заявкам потребителей), и с управлением этими предприятиями (прием и выполнение заказов потребителей). Эта деятельность также реализуется с использованием методов, документов и данных ИЛП при определении состава и порядка выполнения работ, при подготовке и применении ЭД и т.д.;

- с организацией центров подготовки и переподготовки персонала (по заявкам потребителей) и управлением этими центрами, что реализуется с использованием методов, документов и данных ИЛП при подготовке учебных планов, программ и иных учебно-методических материалов и пособий (включая тренажеры).

Подводя итоги, можно предложить следующие выводы. Если ИЛП, в широком смысле, можно трактовать как подход, нацеленный на совершенствование комплекса “финальное изделие + система его технической эксплуатации”, то ППО представляет собой “клиент-ориентированную” деятельность, нацеленную на потребителя и на удовлетворение его потребности.

Система ППО – это, как и система ИЛП, организационно-техническая система, которая включает в себя услуги и продукты, предлагаемые в рамках ППО, бизнес-процессы ППО, элементы организационной, производственной и информационной инфраструктуры, материальные, человеческие, энергетические, информационные и другие ресурсы. Система ППО использует результаты решения задач ИЛП (планы ТОиР, планы МТО, ЭД, систему каталогизационных кодов предметов снабжения и т.д.) и взаимодействует с системой ИЛП.

Критерием эффективности этой деятельности может являться доход от её осуществления, а также степень удовлетворенности заказчиков (потребителей). Поскольку затраты потребителя, связанные с поддержанием изделия в работоспособном состоянии, являются, с другой стороны, доходами поставщика соответствующих услуг, необходимо научиться находить разумный баланс интересов сторон. Такой многополярный, системный подход позволяет не только создать конкурентоспособное изделие, но и обеспечить устойчивую, конкурентоспособную среду вокруг него. 