

*Д.т.н., профессор А.И. Левин, к.т.н. Е.В. Судов,  
А.В. Петров, Е.В. Чубарова,  
НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»  
Москва, тел./факс: (095) 955-51-37, info@cals.ru*

### Расчетные задачи анализа логистической поддержки сложных технических изделий

Анализ логистической поддержки (АЛП) является одним из важнейших элементов интегрированной логистической поддержки (ИЛП). Он представляет собой формализованную технологию всестороннего исследования как самого изделия, так и вариантов системы его эксплуатации и поддержки. Как ИЛП в целом, АЛП направлен на минимизацию затрат на жизненный цикл изделия (ЖЦИ) при обеспечении требуемых техническим заданием параметров надежности, готовности, ремонтпригодности и общей эффективности.

Согласно требованиям зарубежных стандартов АЛП должен начинаться еще до начала проектирования, т.е. на стадии определения требований к изделию, и продолжаться подчас до завершения процесса его использования. Последнее необходимо для оценки правильности результатов предыдущих этапов АЛП и накопления статистического материала, служащего основой анализа новых проектов. Процесс АЛП носит циклический, итеративный характер: на каждом последующем этапе уточняются и развиваются результаты предыдущего этапа.

Документ [1] содержит перечень задач АЛП, который приведен в табл. 1 в укрупненном виде. В [1] особо отмечается, что выполнение всех перечисленных задач не является обязательным требованием, т.к. единой схемы для проведения АЛП не существует. Для каждого проекта необходим индивидуальный подход.

Таблица 1

Группа задач	Назначение группы задач	Задачи
<b>100 – Планирование и управление работами по АЛП</b>	Обеспечение формализованных действий по планированию АЛП и экспертизе программы АЛП и проекта изделия	<b>101 Разработка предварительной стратегии АЛП</b>
		<b>102 Планирование АЛП</b>
		<b>103 Экспертиза проекта изделия в ходе выполнения программы (плана) АЛП</b>
<b>200 – Службное назначение изделия и система поддержки его эксплуатации</b>	Формирование требований к системе поддержки и связанных с ней требований к проекту на основе сравнения с существующими аналогами	<b>201 Изучение опыта эксплуатации и обслуживания</b>
		<b>202 Стандартизация элементов изделия и системы поддержки эксплуатации и обслуживания</b>
		<b>203 Сравнительный анализ</b>
		<b>204 Технологические решения</b>
		<b>205 Поддерживаемость и связанные с ней параметры проекта</b>
<b>300 – Подбор и оценка альтернатив</b>	Разработка системы, обеспечивающей оптимальный баланс затрат, сроков и характеристик поддерживаемости	<b>301 функциональные требования</b>
		<b>302 Варианты системы поддержки</b>
		<b>303 Оценка альтернатив и выбор решений</b>

<b>400 Разработка требований к ресурсам логистической поддержки</b>	Определение требований к ресурсам логистической поддержки, разработка планов постпроизводственной поддержки	<b>401 Оценка потребных ресурсов для обеспечения логистической поддержки</b>
		<b>402 Предварительная оценка результатов использования (боевого применения) изделия</b>
		<b>403 Анализ постпроизводственной поддержки</b>

<b>500 Оценка поддерживаемости</b>	Проверка выполнения заданных требований и устранение недостатков	<b>501 Испытания, оценка и проверка поддерживаемости</b>
------------------------------------	--	--

Как следует из описания задач АЛП, приведенного в [1], большинство их носит логический, качественный характер и лишь некоторые задачи требуют количественного решения. Именно таким задачам посвящен настоящий доклад.

На рис. 1 приведена логическая последовательность постановки и решения этих задач.

Согласно этой схеме основу решения всех показанных на ней задач составляет структура изделия, содержащаяся в PDM-системе. С элементами этой структуры должны быть ассоциированы характеристики, содержащие показатели надежности (средняя наработка на отказ или средняя интенсивность отказов, среднее время восстановления (ремонта), среднее время между заменами элементов и т.д.).

На основе этих данных структура приводится к виду, удобному для выполнения базовой процедуры – анализа вида, последствий и критичности отказов (АВПКО или в английской транскрипции - FMECA). Эта процедура проводится в соответствии со стандартами [1,2,3]. В настоящее время в НИЦ «Прикладная логистика» создана упрощенная методика выполнения этой процедуры и ведется разработка уточненной процедуры. Пример применения процедуры приведен в докладе.

Результатами АВПКО являются распределение элементов изделия по уровням критичности (матрица критичности) и список элементов – кандидатов на проведение дальнейшего АЛП, а также на включение этих элементов в эксплуатационную структуру изделия.

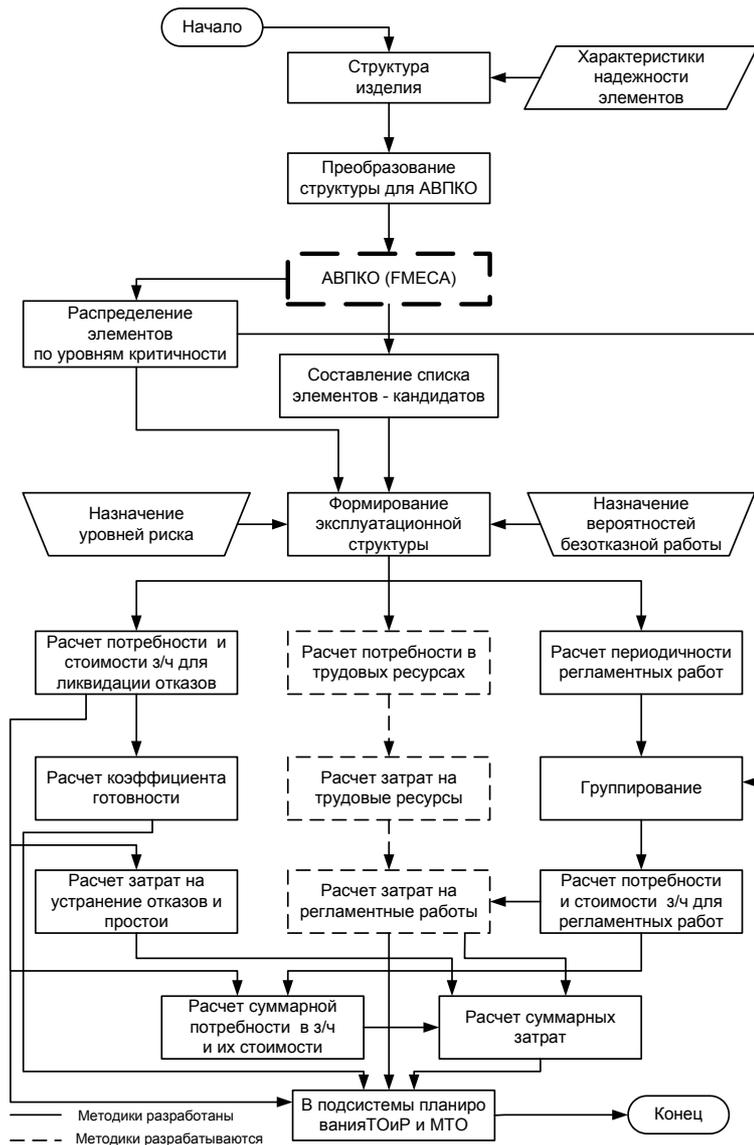


Рис. 1. Логическая последовательность постановки и решения расчетных задач АЛП.

С элементами эксплуатационной структуры связываются характеристики двух видов:

- допустимые уровни риска, понимаемые как вероятность отсутствия запасной части в тот момент, когда она понадобится для восстановления работоспособности изделия, и вероятности отсутствия свободного специалиста для той же цели;
- требуемые вероятности безотказной работы элемента в течение заданного интервала времени.

На основе понятия о допустимом уровне риска разработана простая методика расчета потребности в запасных частях и оценки затрат, связанных с их приобретением, доставкой и хранением, а также затрат, связанных с простоем изделия из-за отсутствия запчастей на складе. Для оценки величины коэффициента готовности и ряда других параметров разработана специализированная имитационная модель. В докладе приведены сведения об этой методике и имитационной модели.

Аналогичная методика разрабатывается для оценки потребности в трудовых ресурсах и связанных с их использованием затрат.

На основе данных об интенсивности отказов (среднем времени безотказной работы) и требуемой вероятности безотказной работы, связанной с уровнями критичности элементов, создана методика расчета периодичности профилактических работ. По результатам такого расчета проводится группирование элементов, имеющих близкие периоды выполнения профилактики. На базе этих сведений может быть сформирована (уточнена) программа регламентных работ, обеспечивающих требуемые (или большие) показатели вероятности безотказной работ изделия. В [4] такая процедура называется «Обслуживание, ориентированное на надежность». В докладе дается описание основных положений методики.

Исходя из состава и периодичности регламентных работ можно определить потребности и затраты на приобретение, доставку и хранение запасных частей и расходных материалов, необходимых для

выполнения этих работ, а также потребности в трудовых ресурсах и связанные с их использованием затраты.

Прямым суммированием всех видов потребностей в запчастях, трудовых ресурсов и затрат могут быть найдены соответствующие общие показатели и определена часть стоимости жизненного цикла, соответствующая его рассматриваемым этапам.

Результаты описанных выше расчетов предназначены для использования при планировании и управления процессами технического обслуживания и ремонта изделий, а также процессами материально-технического обеспечения их эксплуатации.

#### *Литература*

1. DEF STAN 00-60 «Integrated Logistic Support», Part 0, 1, 2.
  - ГОСТ 27.310-95 «Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения».
  - MIL – STD-1629 «Procedures for Performing a Failure Modes Effects and Criticality Analysis».
  - MIL – STD-2173 «Reliability Centered Maintenance For Requirements For Naval, Aircraft, Weapons Systems & Support Equipment».