

# Анализ Логистической Поддержки

Учебный курс

© НИЦ CALS – технологий «Прикладная логистика»

# Интегрированная логистическая поддержка. Основные положения

## Вопросы к обсуждению:

- **Актуальность (нужды заказчиков)**
- **Определения ИЛП**
- **Точки зрения на ИЛП**
- **ИЛП и жизненный цикл изделия**
- **Дисциплины ИЛП и их отношения**

# Стандарты ИЛП и АЛП

- DEF STAN 00-600 «Integrated Logistic Support»
- ASD Specifications: S1000D; S2000M; S3000L; S4000M
- IEC 60300-3-12 «Application Guide–Integrated Logistic Support»
- ГОСТ Р:
  - ГОСТ Р 53392-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Анализ логистической поддержки. Основные положения
  - ГОСТ Р 53393-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения
  - ГОСТ Р 53394-2009 Интегрированная логистическая поддержка. Основные положения

## ГОСТ Р 53393-2009 ИЛП. Основные определения (1)

- **4.1 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

Основными участниками процессов ИЛП являются:

- ❖ Поставщик Изделия (компания-разработчик, производитель),
- ❖ Заказчик
- ❖ Организации, осуществляющие послепродажное сопровождения (ремонтные организации, учебные центры, поставщики расходных материалов и запчастей, и т.д.).



# Подходы к ИЛП

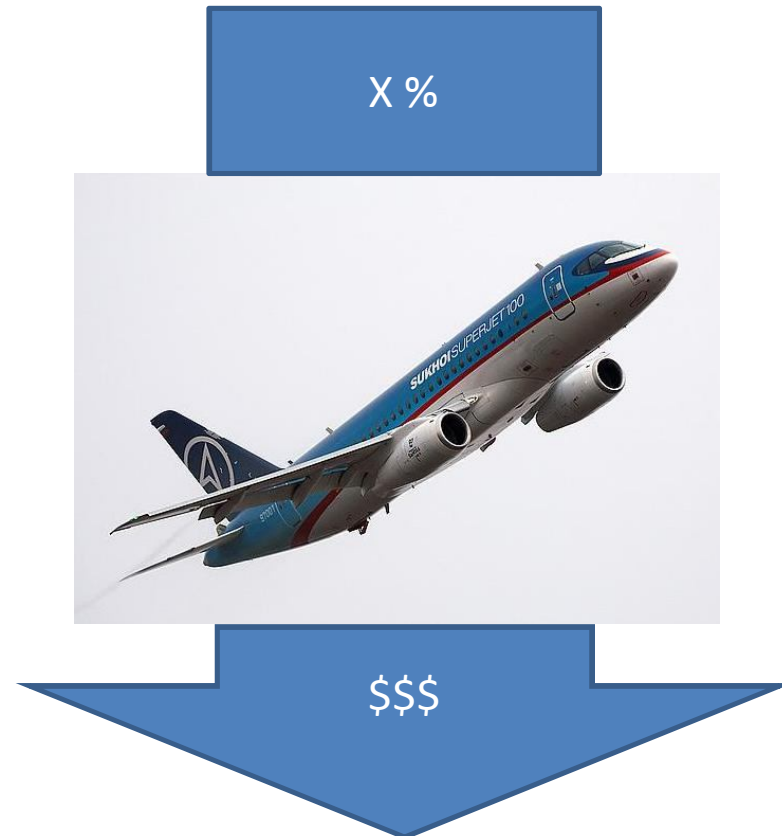
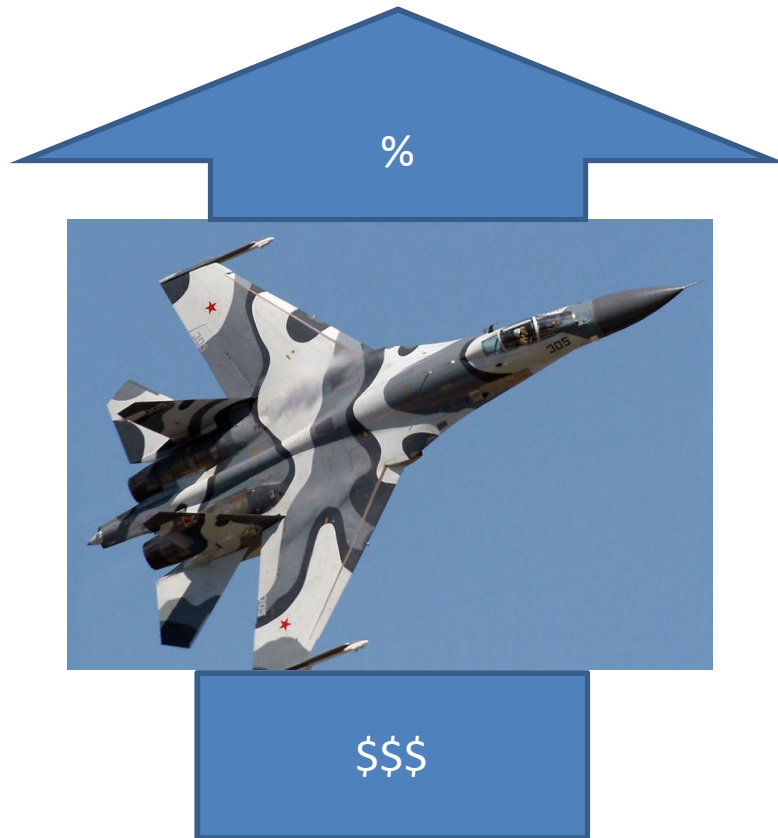
- ❖ ИЛП как совокупность видов **деятельности**, осуществляемых на всех стадиях ЖЦ изделия
- ❖ ИЛП как **организационно-техническая система**, субъекты которой взаимодействуют на основе общей цели
- ❖ ИЛП как **системный** подход к обеспечению заданных ЭТХ при минимизации затрат на изделие в ходе его ЖЦ

# Основные виды деятельности



# Анализ Логистической Поддержки

**Анализ логистической поддержки** – формализованная технология всестороннего исследования как самого изделия, так и вариантов системы его эксплуатации и обслуживания, включающая комплекс инженерных методик, выполняемых с помощью специализированных компьютерных средств.



# Анализ Логистической Поддержки

## Основные виды деятельности АЛП

-разработка стратегии, планирование и управление процессом АЛП

-анализ конструкции изделия в процессе ее разработки с целью выработки рекомендаций по обеспечению/повышению надежности, ремонтпригодности, эксплуатационной технологичности и показателя поддерживаемости;

-разработка и анализ вариантов СТЭ изделия, обеспечивающих заданные требования в отношении СЖЦ, готовности и поддерживаемости;

-анализ взаимодействия изделия и СТЭ с целью выявления их сочетания, обеспечивающего установленные требования к поддерживаемости;

-контроль показателя поддерживаемости изделия в процессе эксплуатации и выявление факторов, негативно влияющих на этот показатель

# Основные задачи АЛП

Группа задач	Задачи
<b>100</b> Планирование АЛП и контроль за его проведением	<b>101</b> Разработка стратегии АЛП
	<b>102</b> Разработка плана АЛП
	<b>103</b> Контроль за ходом АЛП и соблюдением требований к поддерживаемости
<b>200</b> Изучение условий эксплуатации и формирование требований к изделию и СТЭ	<b>201</b> Изучение условий эксплуатации изделия
	<b>202</b> Анализ возможностей применения типовых решений в конструкции и в СТЭ изделия
	<b>203</b> Анализ аналогов
	<b>204</b> Анализ технических решений, направленных на улучшение изделия и СТЭ
	<b>205</b> Поддерживаемость и определяющие ее параметры изделия и СТЭ
<b>300</b> Анализ вариантов конструкции изделия, СТЭ и их взаимодействия	<b>301</b> Определение функциональных требований к конструкции изделия (функциональный анализ)
	<b>302</b> Разработка вариантов концепции и плана ИЛП изделия
	<b>303</b> Анализ альтернатив и компромиссов
<b>400</b> Определение потребностей в логистических ресурсах	<b>401</b> Анализ задач обслуживания
	<b>402</b> Предварительный анализ последствий ввода изделия в эксплуатацию
	<b>403</b> Анализ способов обеспечения поддерживаемости изделия в процессе эксплуатации
<b>500</b> Контроль поддерживаемости	<b>501</b> Контроль поддерживаемости на этапах разработки и эксплуатации

# Минимальный перечень задач АЛП

- 1 Разработка документа «Стратегия АЛП».
- 2 Разработка документа «План АЛП».
- 3 Создание проекта АЛП. Описание сценария использования изделия по назначению.
- 4 Выбор ЭК на АЛП и создание ЛСИ.
- 5 Функциональный анализ изделия. Создание ЛСФ. Установление связей между элементами ЛСФ и ЛСИ.
- 6 Определение и ввод в БД АЛП параметров надежности и ремонтпригодности изделия.
- 7 АВПКО.
- 8 АООН. Определение рекомендуемой периодичности планового обслуживания изделия.
- 9 Разработка задач и процедур технического обслуживания изделия.
- 10 Оценка потребностей в запчастях и расходных материалах на заданный период эксплуатации. Подготовка перечней, каталогов запчастей и расходных материалов.
- 11 Оценка потребностей в средствах обслуживания и контроля, инструментах и принадлежностях.
- 12 Подготовка исходных материалов для разработки эксплуатационной документации на изделие.
- 13 Оценка затрат на техническое обслуживание и коэффициента готовности изделия в заданных условиях эксплуатации. Прогнозная оценка показателя поддерживаемости изделия.
- 14 Оценка затрат на техническое обслуживание, коэффициента готовности изделия и показателя поддерживаемости изделия по результатам эксплуатации.

# Задачи АЛП

## Основные стадии процесса АЛП

### **Подготовительная стадия**

Разработка стратегии и плана АЛП (задачи 1 и 2), создание проекта АЛП и описание сценария использования изделия по назначению (задача 3).

### **Основная стадия**

Решение задач 4 – 13.

### **Заключительная стадия**

Решение задачи 14. Оценка эффективности принятых решений по результатам фактической эксплуатации изделия и СТЭ.

# Задачи АЛП

## Функции АЛП, выполняемые головным разработчиком Изделия

- разработка и согласование с заказчиком стратегии и планов АЛП, в том числе полного перечня необходимых задач АЛП, сроков их выполнения и потребных ресурсов (финансовых и трудовых);
- подготовка и согласование с заказчиком распределения обязанностей по выполнению АЛП;
- выполнение задач АЛП, предусмотренных перечнями;
- предоставление заказчику информации для АЛП в части, предусмотренной соответствующим перечнем;
- контроль выполнения АЛП;
- выполнение при необходимости дополнительных задач АЛП;
- организация работы субподрядчиков по проведению АЛП.



# Последовательность выполнения АЛП

## Примерное распределение задач АЛП между подразделениями головного разработчика

<b>Конструкторские подразделения</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Разработка логистических структур изделия (для различных анализируемых конфигураций);</li><li>• выполнение функционального анализа;</li><li>• ввод некоторых параметров изделия;</li><li>• подготовка перечней мест доступа;</li><li>• и др.</li></ul>
<b>Отдел надежности</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Определение параметров надежности, контролепригодности и эксплуатационной технологичности изделия;</li><li>• выполнение АВПКО;</li><li>• выполнение АООН;</li><li>• определение рекомендуемых периодов планово-профилактического обслуживания изделия.</li></ul>
<b>Отдел технической эксплуатации</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Разработка зональной структуры изделия;</li><li>• разработка процессов и процедур технического обслуживания изделия;</li><li>• разработка регламента обслуживания.</li></ul>
<b>Отдел материально-технического обеспечения</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Сбор данных и подготовка документации для обеспечения эксплуатанта запчастями и расходными материалами;</li><li>• оценка потребностей в запчастях и расходных материалах на заданный период эксплуатации.</li></ul>
<b>Отдел средств наземного обслуживания</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Подготовка перечней применимых средств наземного обслуживания и инструмента и оценка требуемого количества.</li></ul>

# Последовательность выполнения АЛП

## Отдел ИЛП


**Отдел ИЛП** – специальный отдел, отвечающий за выполнение АЛП в целом и поддержание БД АЛП в организации-проектанте.

### Функции отдела ИЛП:

- доведение до сведения подразделений методик выполнения задач АЛП и правил работы с БД АЛП;
- ввод в БД АЛП общей информации по анализируемому ФИ и распределение обязанностей по наполнению БД АЛП между подразделениями организации;
- контроль наполнения БД АЛП и данных, вводимых в БД АЛП подразделениями, решение возникающих вопросов;
- ввод в БД АЛП данных из документов или специальных форм, предоставленных подразделениями;
- запрос в определенном формате данных АЛП от соисполнителей и импорт в БД АЛП полученных данных;
- администрирование БД АЛП;
- формирование Проектов АЛП для разных заказчиков и конфигураций изделия;
- выполнение расчетов и оценок в рамках Проекта АЛП;
- подготовка данных АЛП для экспорта в систему разработки технической документации на изделие и в систему поддержки эксплуатации и послепродажного сопровождения;
- подготовка сводных отчетов из БД АЛП.

# Последовательность выполнения АЛП

## Подходы к выполнению АЛП



Выполнение подразделениями своих задач АЛП с помощью специализированных программных средств, работающих непосредственно с БД АЛП.

Выполнение подразделениями своих задач АЛП с помощью внешних для БД АЛП программных средств. Организация автоматических процедур обмена данными между внешними программными средствами и БД АЛП.

Выполнение подразделениями своих задач АЛП с помощью внешних для БД АЛП программных средств или без использования таковых. Предоставление результатов работы в отдел ИЛП в виде заполненных форм определенного формата.

Выполнение подразделениями своих задач АЛП с помощью внешних для БД АЛП программных средств или без использования таковых. Предоставление в отдел ИЛП рабочих документов, из которых специалистами отдела ИЛП могут быть извлечены необходимые данные.

# Задачи АЛП

## Функции АЛП, выполняемые заказчиком

- участие в разработке стратегии и плана АЛП; согласование документов;
- участие в подготовке перечней задач АЛП, согласование документов;
- выполнение задач АЛП, предусмотренных перечнями;
- предоставление разработчику информации, необходимой для АЛП;
- контроль выполнения АЛП и оценка его результатов.

# Последовательность выполнения АЛП



# Решение задач АЛП

## Разработка документа «Стратегия АЛП»

### Документ «Стратегия АЛП» должен содержать

- определение целей АЛП;
- методику расчетной оценки показателя поддерживаемости;
- оценку рисков, связанных с недостижением целей АЛП;
- перечень и описание задач АЛП, выполняемых на каждой стадии ЖЦ изделия;
- распределение задач АЛП по исполнителям.

### Исходные данные

- сведения об условиях эксплуатации изделий-аналогов;
- выводы по результатам АЛП и реальной эксплуатации изделий-аналогов;
- допустимый объем финансирования и ограничения на сроки выполнения АЛП, связанные с графиком работ по проекту;
- информация о планируемых исполнителях задач АЛП;
- информация о предполагаемой стоимости и времени выполнения выбранных задач АЛП;
- другая информация, имеющаяся у заказчика или подрядчика.

**Результат выполнения задачи:** документ «Стратегия АЛП» с последующими изменениями и дополнениями к нему, который является основным источником информации при разработке плана АЛП.

# Последовательность выполнения АЛП



# Решение задач АЛП

## Разработка документа «План АЛП»

### Документ «План АЛП» может содержать:

- описание организационных структур, ответственных за выполнение АЛП;
- описание последовательности и сценария выполнения выбранных задач АЛП;
- состав исполнителей задач АЛП и порядок контроля их выполнения;
- графики выполнения задач АЛП;
- описание взаимосвязи графиков АЛП с графиками других работ по проекту;
- описание информационных взаимосвязей данных и задач АЛП с данными и задачами других процессов проекта;
- предварительный перечень элементов структуры изделия, в отношении которых будет проводится АЛП, предложения по системе кодирования элементов;
- описание способов доведения требований к поддерживаемости до разработчиков изделия и субподрядчиков, способов контроля этих требований;
- и др.

### Исходные данные

- стратегия АЛП;
- требования заказчика к плану АЛП и к процедурам его изменения и уточнения;
- предложения заказчика по организации проведения АЛП;
- период, на которые разрабатывается план АЛП;
- требования к поддерживаемости изделия;
- планируемый график работ по проекту.

**Результат выполнения задачи:** документ «План АЛП» с последующими изменениями и дополнениями к нему, являющийся основным документом для реализации проекта АЛП.



# План АЛП

Описание оргструктуры

Последовательность выполнения задач

Состав исполнителей

Графики выполнения

Список элементов-кандидатов

Краткое описание программных средств

Описание БД АЛП

### 3.3 LSA Tasks

LSA tasks to be performed include the following:

- a. Task 202: Mission Hardware, Software, and Support System Standardization

Within this task, the equipment to be supported is identified as performance, obsolescence, and identified as p

- b. Task 205: Support System Standardization

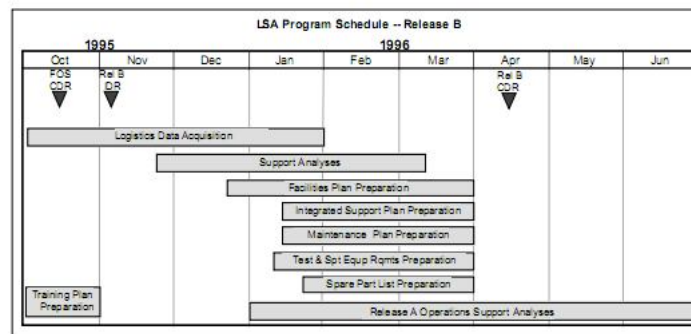
This task identifies equipment parameters, equipment requirements, and costs. These constraints

### 3.4 Selection of LSA Candidates

Final selection of equipment for logistics support analysis is made upon receipt of the logical design at completion of the SCDO Release B IDR. A preliminary selection was made based upon current knowledge of what that design will include. That selection includes the following: Science processors, computer workstations and servers, communications equipment (e.g., FDDI switches, concentrators), and data storage devices. These were selected for analysis because they will have the greatest influence on system operational performance, life cycle costs, and logistics supportability. LSA analyses will be based on the aggregate ECS quantities to be supported during Release B and a projection of the equipment that must be supported during subsequent releases. Government equipment planned for use with Release B will be included in logistics

### 5.1 LSA Program Schedule - Release B

LSA analyses are constrained by the limited time available between the PDR and CDR for Release B and the delivery dates required for output products of the analyses (i.e., ECS CDRD deliverables). Accordingly, the schedule shown in Figure 5-1, "LSA Program Schedule," reflects these constraints. Logistics support analyses, as an iterative process, will continue beyond CDR, as necessary, to obtain any missing support data needed to refine the logistics support approaches presented in the ECS plans.

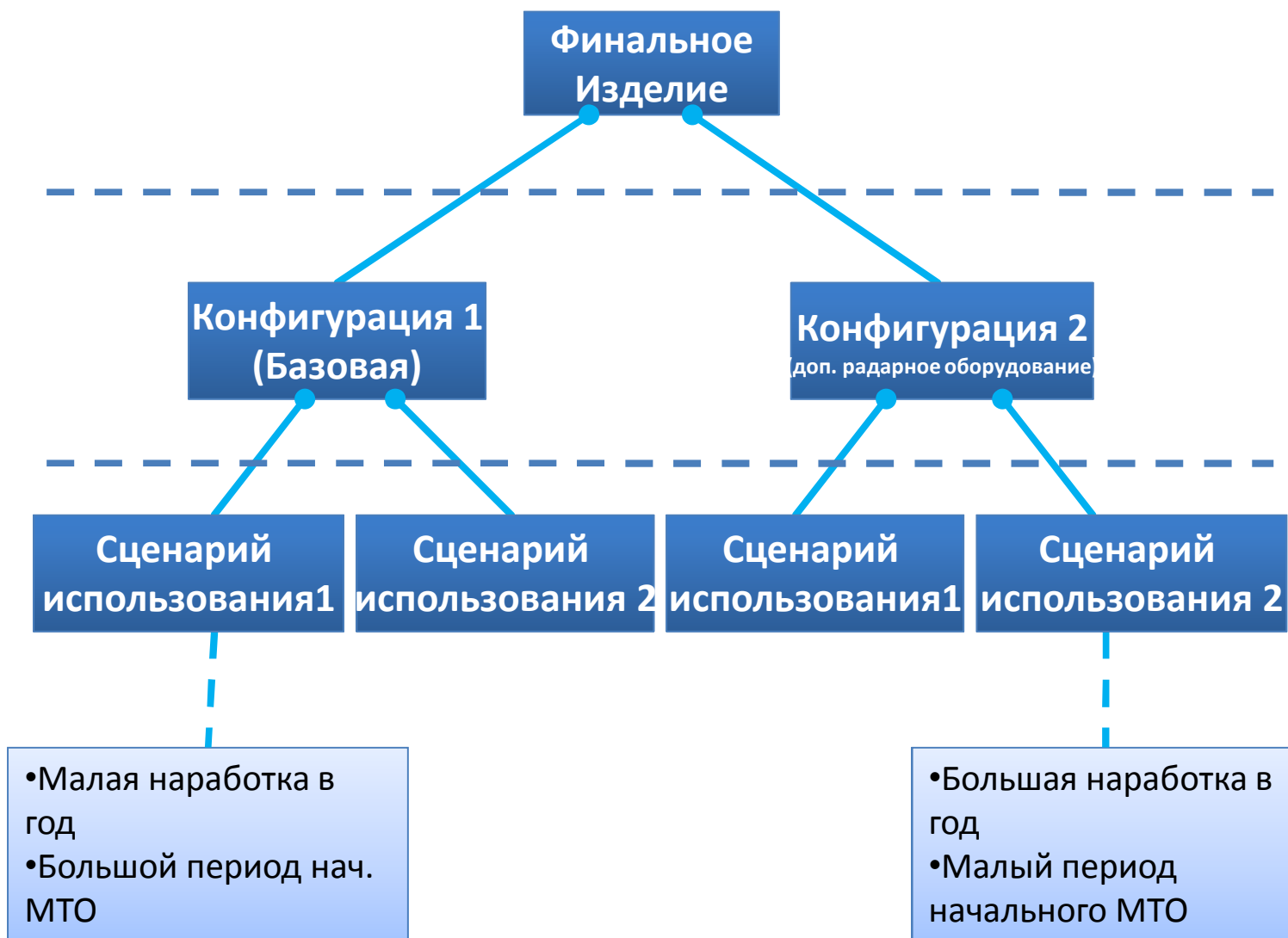


# Последовательность выполнения АЛП



# Создание проекта АЛП

Финальное изделие, Конфигурация, Сценарий использования



# Создание проекта АЛП

## Определение ФИ

**Финальное (или конечное) изделие** – разрабатываемое и анализируемое изделие (вертолет, самолет).

КАФИ

Наименование

Структура ЛКН

ЛКН

Identification Configuration FI UoM for operating time Mission Linked projects

FIAC: FGFA LCN: FGFA

Name: Fifth Generation Fighter Aircraft

Description:

Functional LCN structure: 2 2 2 2 2 2 2 2 2

Physical LCN structure: 2 2 2 2 2 2 2 2 2

S LCN prefix: F

Life limit:

Life limit in years: 50

Life limit in flight hours: 100000

OK Cancel

# Создание проекта АЛП

## Конфигурация ФИ

**Конфигурация** - определенный набор оборудования или устройств, установленный на серийное ФИ для конкретного заказчика

The screenshot displays the 'LPS-FI element' application window with the 'Configuration FI' tab selected. A table lists configuration items, and a detailed dialog box is open for the 'Basic configuration' item. Blue callout boxes highlight specific fields: 'Code Configuration' points to the 'Code' field in the table; 'Serial Numbers' points to the 'Serial numbers' section in the dialog; and 'Name Configuration' points to the 'Name' field in the dialog.

Code	Name	Description
Basic	Basic configuration	Basic configuration

**Code Configuration**

**Serial Numbers**

**Name Configuration**

**Configuration FI Dialog Fields:**

- Code: Basic
- Name: Basic configuration
- Description: Basic configuration
- Final product:
- Statement:
- Serial numbers:  All
- FROM: TO:
- Basic configuration: < value not specified >
- Default configuration
- Description in foreign languages...
- OK Cancel

# Создание проекта АЛП

## Описание проекта

Проект АЛП – описание условий эксплуатации и сценария использования ФИ заказчиком

### Идентификация

The screenshot shows a software dialog box titled "LSA project" with several tabs: "Identification", "Use scenario", "Mission phases", "Standard maintenance periods", and "Required characteristics". The "Identification" tab is active. The form contains the following fields and controls:

- ЛСИ-ФИ:** A text field containing "FGFA : Fifth Generation Fighter Aircraft".
- Конфигурация:** A dropdown menu showing "Basic : Basic configuration".
- Заказчик:** A text field containing "IAF : Indian Air Force" with a browse button "... X".
- Project identification:** A text field containing "FGFA - Basic" and a checkbox labeled "Generate automatically".
- Contract number:** An empty text field.
- Валюта:** A dropdown menu showing "USD : Dollar".
- Description:** A large text area with a vertical scrollbar and a button labeled "Descriptions in foreign languages...".

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

# Создание проекта АЛП

## Описание проекта

### Сценарий использования

The screenshot shows the 'LSA project' dialog box with the following fields and callouts:

- Scenario name:** Basic scenario (Callout: Название сценария и его описание)
- Total Final Items supported:** 1 (Callout: Количество ВС)
- Initial provisioning period, months:** 12
- Staged initial provisioning period:**  (Callout: Параметры расчета МТО)
- Stage I (months):** 5
- Stage II (months):** 10
- Stage III (months):** 12
- Provisioning and DMC parameters calculation period:**  Calculation period in years: 10
- Calculation period in flight hours:** 2000
- Theatre of operation:** M : Middle East (Callout: Район Эксплуатации)
- Calculation of quantity of replacements/element repairs:** By mean time between
- Cost of 1 m3 of inventory storage space per year:** 0 < not set >
- Operating time:**

Annual ...	UoM for operating time	Average per year	Average per mission
<input checked="" type="checkbox"/>	H : flight hours	200	1

 (Callout: Ср.наработка в ГОД)



# Создание проекта АЛП

## Описание проекта

### Описание Миссии

Миссия

Фазы  
Миссии

LSA project

Identification | Use scenario | **Mission phases** | Standard maintenance periods | Required characteristics

Mission: Flight

Mission duration (flight hours): 1

Total mission phases duration not depending on mission duration (flight hours): 0

Total mission phases duration depending on mission duration (flight hours): 1

Percentage of total mission phases duration and total mission duration (flight hours): 100 % 1 flight hours

Project mission phases:

Phase	Value	Units of measure	Percentage in mission,...	Duration (flight hours):
TO : Take off	5	% : percentage	5	0.05
LND : Landing	5	% : percentage	5	0.05
FLT : Flight	90	% : percentage	90	0.9

OK Cancel



# Последовательность выполнения АЛП



# Классификаторы

## Группы Классификаторов

### Первая Группа

Классификаторы, созданные на основании требований стандартов DEF STAN 00-600, S1000D, S2000M или скорректированные для нужд конкретного проекта

### Вторая группа

**Справочники объектов, используемых для проведения АЛП (могут использоваться для разных ФИ):**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>•Справочник организаций</li><li>•Справочник компонентов/запчастей</li><li>•Справочник стандартных изделий</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>•Наземное оборудование и инструменты</li><li>•Справочник расходных материалов</li><li>•Справочник специальностей и квалификаций</li><li>•Справочник инфраструктуры</li></ul> |
|---|--|

### Третья группа

**Справочники (библиотеки), специфичные для конкретного ФИ:**

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>•Справочник зон и мест доступа</li><li>•Справочник стандартных периодов обслуживания</li><li>•Справочник функциональных отказов;</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>•Справочник конструктивных отказов</li><li>•Конструктивных компенсирующих мер</li><li>•Компенсирующих действий персонала.</li></ul> |
|--|---|

# Классификаторы

## Группы Классификаторов

Общие классификаторы

Описание изделия

Параметры MSG-3

ТОиР

The screenshot displays the LSS software interface with the following components:

- Menu Bar:** File, View, Tools, Settings, Help.
- Toolbar:** Includes icons for home, save, refresh, and help.
- Left Panel (Classifiers):**
  - Classifiers:** Units of measure, Classifiers.
  - Item description:** Organizations, Zones and access panels, Components and spares.
  - MSG-3 parameters:** Coated materials, Composite materials, Intervals of metallic SSI, Intervals of composite SSI, Zone maintenance intervals, Wiring inspection level.
  - M&R classifiers:** Consumables, Ground equipment and tools, Specialities and Skills, Facilities/Infrastructure, Locker types.
  - Project manager:** LSA projects.
- Right Panel (List):**
  - Total list
  - COST\_STANDART\_HOURS : UoM for man/hour cost
  - CUR : Currency
  - UNIT\_GRP\_FI\_EXPL\_COST : UoM for operational costs
  - MT : UoM for operating time
  - UNIT\_GRP\_PDF\_EXPL\_COST : UoM for operational costs
  - PHASE\_DUR : UoM for mission phase length
  - WU : UoM for dimensions and volume
  - MU : UoM for mass
- Bottom Right Panel (Identification):**

Identification
FI_EXPL_COST_RUB_H
FI_EXPL_COST_USD_H
FI_EXPL_COST_EUR_H

# Классификаторы

## Справочник организаций

**Справочник организаций** – перечень всех организаций, сотрудничающих с проектантом. Одна и та же организация в БД АЛП может быть Заказчиком, Поставщиком запчастей и т.д.

Код Организации

Название

Адрес

**NB:** При указании кода организации желательно использовать один из существующих кодификаторов.

Surname	Name	Patronymic
Ivanov	Ivan	Ivanovich

# Классификаторы

## Зоны и места доступа

**Справочник зон и мест доступа** содержит зональную разбивку ФИ, а так же перечень мест доступа для проведения обслуживания

Список мест доступа

Описание зоны

Код зоны

Наименование

Zone

Code: 111

Name: Forward Service Compartment

Description

Used in configurations:

#	Configuration

Frame numbers:

Figure:

MSG-3

Only construction  The presence of combustible materials

Wiring is present

Wiring close to flight control elements

OK Cancel

# Классификаторы

## Зоны и места доступа

**Место доступа** – лючок или панель, через которую можно получить доступ к элементу для проведения обслуживания.

The screenshot shows the 'Access panel' configuration window. It contains the following fields and sections:

- Code:** T11AT
- Identifier:** A
- Name:** Top service panel
- Description:** (Empty text area)
- Used in configurations:** (Empty table with columns # and Configuration)
- Default values:**

Figure	
Location	T : top
Locker type	
Opening direction	02
Opening frequency	
Category	< value not specified >

Callouts from blue boxes point to the following fields:

- Код** points to the Code field.
- Идентификатор** points to the Identifier field.
- Наименование** points to the Name field.
- Расположение** points to the Location field in the Default values table.

### Элементы справочника используются

- для указания физического местоположения элемента ЛСИ в самолете;
- при описании технологии обслуживания для указания задействованных при выполнении задачи зон и мест доступа.

# Классификаторы

## Справочник компонентов и запчастей

**Справочник компонентов** включает в себя компоненты собственного изготовления и покупные. В этом справочнике содержатся основные атрибуты каждого компонента, не зависящие от того, в конструкции какого ФИ он используется

Identification	Name	Description	Abbreviated
P069	Diod		
P068	Circuit breaker		
P067	Contactor		
P066	Contactor		
P065	Contactor		
P064	Contactor		
P063	Relay		
P062	Switch		
P061			
P060			
P059			
P058			
P057			
P056			
P055			
P054			
P053			
P052			
P051			
P050			
P049			
P048			
P047			
P046			
P045			
P044			
P043			
P042			

**NB:** Данные справочника желательно группировать по определённому признаку.

Например:

- производитель/поставщик;
- тип компонента
- Система ФИ

# Классификаторы

## Справочник компонентов и запчастей

### Основные свойства компонента

The screenshot shows the 'Component properties' dialog box with the following fields and callouts:

- Обозначение** (Designation): Points to the 'Identification' field containing 'P060'.
- Наименование** (Name): Points to the 'Description' field containing 'Circuit breaker'.
- Описание** (Description): Points to the 'Description' field containing 'Circuit breaker'.
- Единицы Измерения** (Units of Measurement): Points to the 'Unit of measure' dropdown menu containing '< value not specified >'. There is also a 'Remark' field containing 'Hard!'.
- Производитель** (Manufacturer): Points to the 'Manufactured by' dropdown menu containing 'JSC Svyaznoi Company'.

Other visible fields include: 'Drawing number', 'Abbreviated name', 'NSN', 'Source' (Unknown), 'Type (ISO 10303)' (Part), and 'Standard' (unchecked). The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom right.



# Классификаторы

## Справочник компонентов и запчастей

### Характеристики компонента

General | Characteristics | Provisioning and repairability parameters | Effectivity in LSA projects | Composition

Configuration: Default values

Revision

Special features:

- Hazardous item
- Electrostatic sensitive item
- Damage tolerant
- Safe life

Weight and dimensions parameters:

Weight (kg): 0 Overall dimensions (L x W x H, m): 0 0 0

Reliability:

Unit of measure for operating time: H : flight hours

Mean time between failures

Type	Value
Calculated	0
Estimated	1.46843e+006
Actual	0

Mean time to recovery (h): 0

Mean time between unscheduled removals: 0

Time limit, flight hours:

Type	Value
Applied	0

Failure rate

Type	Value
Calculated	0
Estimated	6.81e-007
Actual	0

Average time between loss in operation (h): 0

Life limit (years):

Type	Value
Applied	0

Manufacturing material:

Material: < value not specified >

Metallic

Coating: < value not specified >

Composite

Composite structure: < value not specified >

Hazardous item safety data sheet:

Параметры  
надежности

Массогабаритные  
показатели

Материал  
изготовления

# Справочники и классификаторы

## Справочник компонентов и запчастей

### Параметры поставки и ремонтпригодности

Parameter	Delivery 1
Supply parameters by default	Yes
Apply for LSA project	
Price	
Vendor	HAL : Hindust
The contract has been concluded	Yes
Unit of Issue	ten
Quantity of units of measurement in a unit of issue (pcs)	10
Unit of issue price	
Price type	available on q
Price validity period (from)	
Price validity period (to)	
Packed weight (kg)	10
Packed length (m)	10
Packed width (m)	10
Height in pack (m)	10
Quantity in the standard pack (pcs)	1
Container category	non-expendat
Requirements for packing	
Delivery lot quantity (from, pcs)	12
Delivery lot quantity (to, pcs)	45
Delivery term (months)	20
Time between orders	10
Shipping cost	
Storage period	non deteriorat
Extendability of shelf life	Yes
Special storage conditions	Yes

Цена

Поставщик

Количество Единиц  
в поставке

Параметры  
упаковки

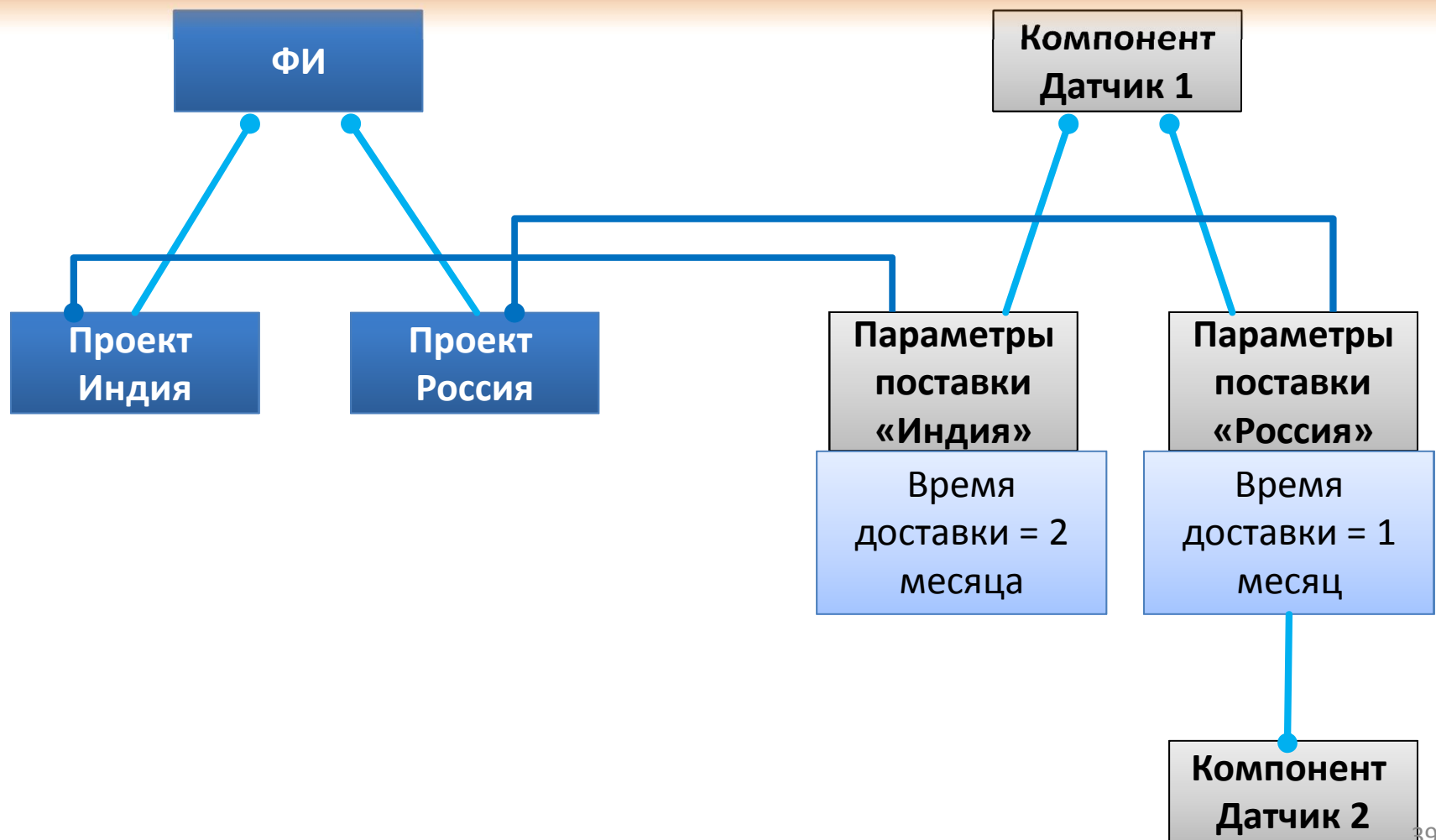
Параметры доставки  
(длительность,  
стоимость, ..)

Срок  
хранения

# Классификаторы

## Справочник компонентов и запчастей

Параметры поставки и ремонтпригодности



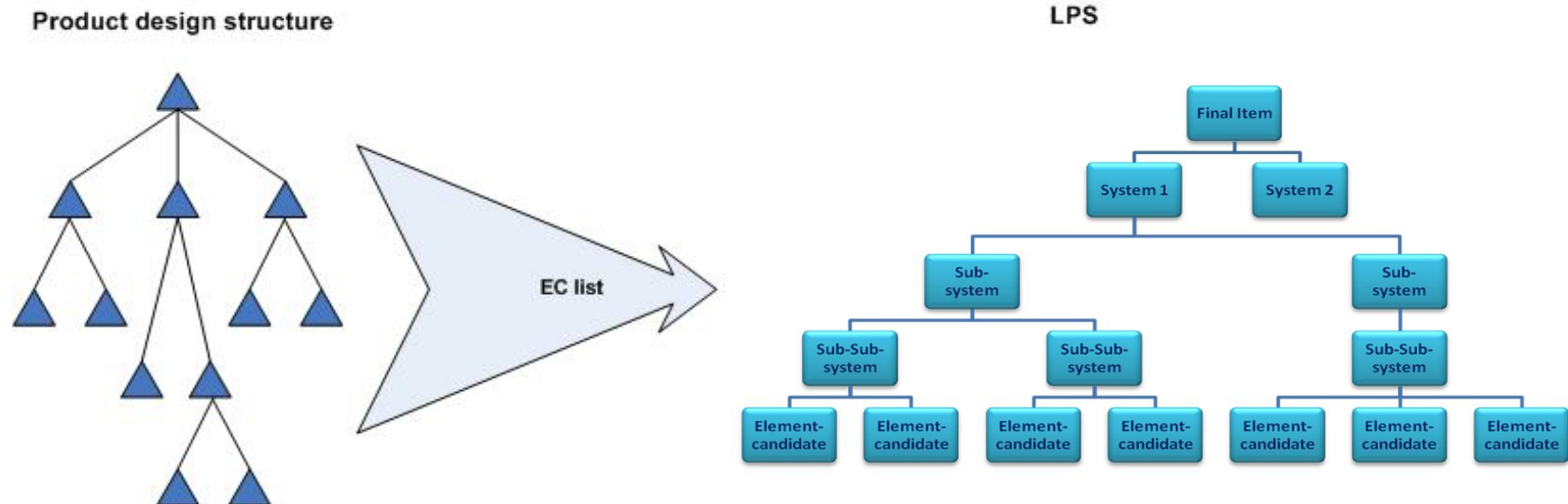
# Последовательность выполнения АЛП



# Логистическая структура изделия

## Определение ЛСИ

ЛСИ – это подмножество КСИ, в которое входят только элементы-кандидаты на АЛП.



## Разница между КСИ и ЛСИ

- Разное количество элементов
- Различные принципы структурирования элементов
- Разные данные для разработки

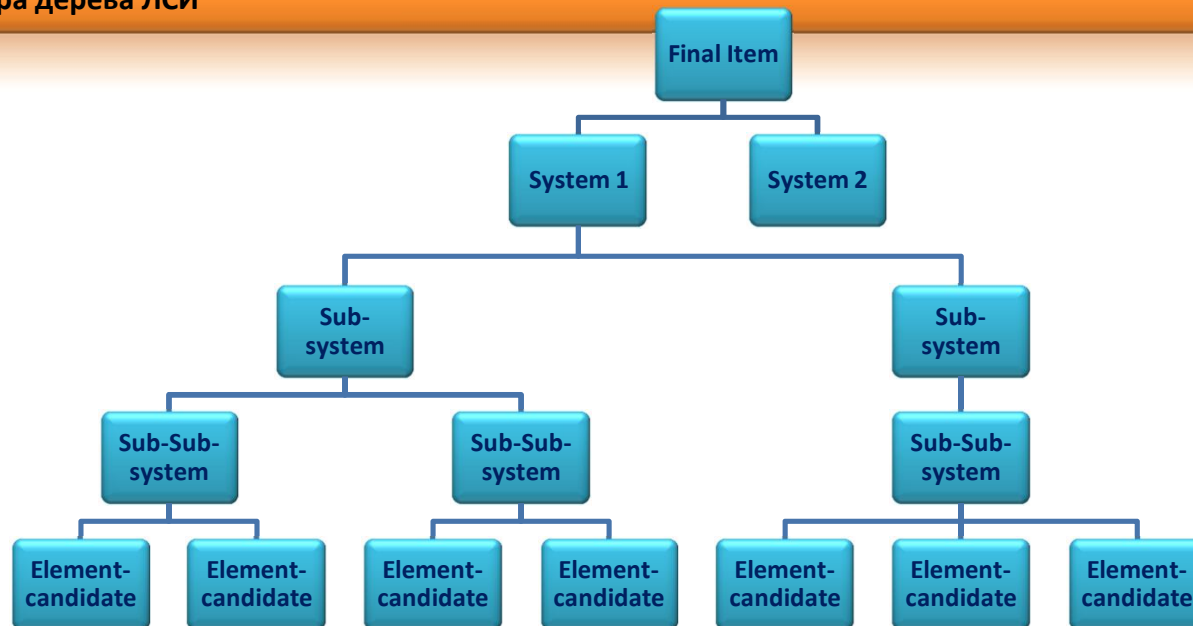
# Создание ЛСИ

## Выбор элементов-кандидатов на АЛП

В перечень ЭК вносят компоненты изделия, для которых конструкцией предусмотрена возможность снятия с изделия, удовлетворяющие хотя бы одному из следующих критериев:

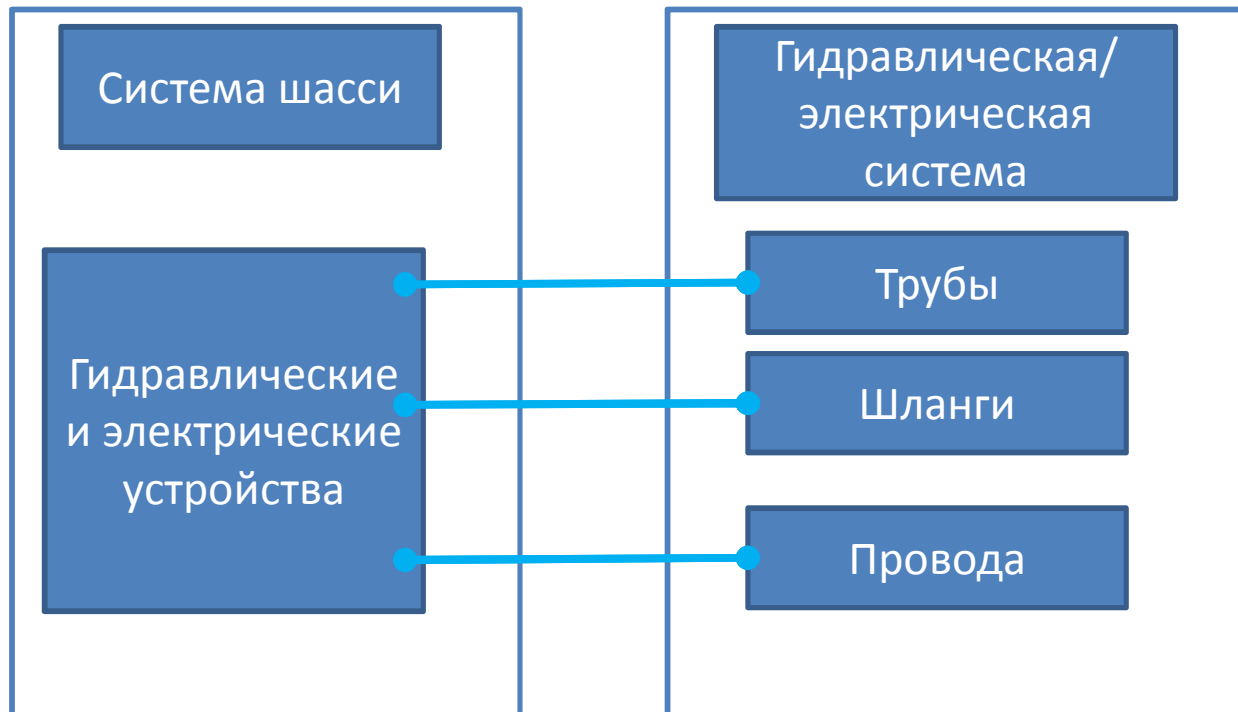
- компонент является значимым для надежности или эксплуатационной технологичности самолета;
- компонент может потребовать обслуживания в процессе эксплуатации;
- компонент может быть кандидатом в перечень поставляемых запчастей.

Общая структура дерева ЛСИ



# Создание ЛСИ

Правило №1 для определения границ системы



# Создание ЛСИ

## Правило №2 для определения границ системы



Крепежные детали связанные с компонентом, для крепления которого они используются, должны быть включены в ту систему, в которую входит прикрепляемый компонент.

## Правило №3 для определения границ системы

Электропроводка, как правило, описывается в рамках отдельной подсистемы.



# Создание ЛСИ

## Типы ЭК

### Line Replaceable Unit (LRU)

**Элемент, заменяемый в условиях эксплуатации (LRU)**, - это значимый для поддержки КИ элемент, который заменяется для восстановления КИ до работоспособного состояния в процессе текущего ремонта в организациях уровней «Оператор/экипаж» и «Первая линия».

### Shop Replaceable Unit (SRU)

**Элемент, заменяемый в условиях ремонтного цеха (SRU)** – это деталь или узел (компонент LRU), заменой которого осуществляется ремонт неисправного LRU, снятого с ФИ.

# Создание ЛСИ

## ЛКН

**Логистический контрольный номер (ЛКН)** – многопозиционный буквенно-цифровой код, структура которого разрабатывается на ранних стадиях проекта и отражает схемы разукрупнения изделия.

### Принцип формирования ЛКН

**[ЛКН элемента ЛСИ] = [ЛКН родительского элемента ЛСИ] + [порядковый номер элемента ЛСИ]**

### Структура ЛКН

**N=8** – максимальное количество уровней разукрупнения в дереве ЛСИ равно 8

**ЛКН элемента ЛСИ 1-го уровня должен состоять из 2 знаков**

**Порядковый номер элементов ЛСИ 2-го и 3-го уровней разукрупнения должен состоять из одного знака**

**Порядковый номер элементов ЛСИ 4 – 8-го уровней разукрупнения должен состоять из двух знаков**

Identification	Configuration FI	UoM for operating time	Mission	Linked projects				
EIAC:	FGFA	LCN:	FGFA					
Name:	Fifth Generation Fighter Aircraft							
Description:								
Functional LCN structure:	2	2	2	2	2	2	2	2
Physical LCN structure:	2	1	1	2	2	2	2	2

# Создание ЛСИ

## Атрибуты элемента ЛСИ

ЛКН

The screenshot shows the 'LPS element' dialog box with the following fields and callouts:

- Used in configurations:** Basic
- LCN:** 2402 01 (Callout: ЛКН)
- Name:** Integrated drive generator (left)
- Description:** (Callout: Описание)
- Function:** (Empty)
- SNS:** (Empty)
- Ref on the diagram:** (Empty)
- Installation zone:** 413 (Callout: Зона и место доступа)
- Panel:** 111 :: AT
- MMEL section:** (Empty)

Buttons: OK, Cancel

Описание

Зона и  
место  
доступа

# Создание ЛСИ

## Атрибуты элемента ЛСИ

Связанное изделие

Тип компонента

Item: P045 - Circuit breaker

Quantity per NHA: 1 Component type: LR :: Line replaceable unit

Maintenance code

Source: A :: D :: depot

Replace: < value not specified >

Repair: D ::

Discard: F ::

Recommended as a spare CFI: 002-M240 Generate

Cause: 3 :: loss

Essentiality code: 2 :: Project can sometimes be operated with tl

Option

N	CFI
1	001-M240
2	002-M240

OK Cancel

Флаг «Рекомендуется в качестве запчасти»

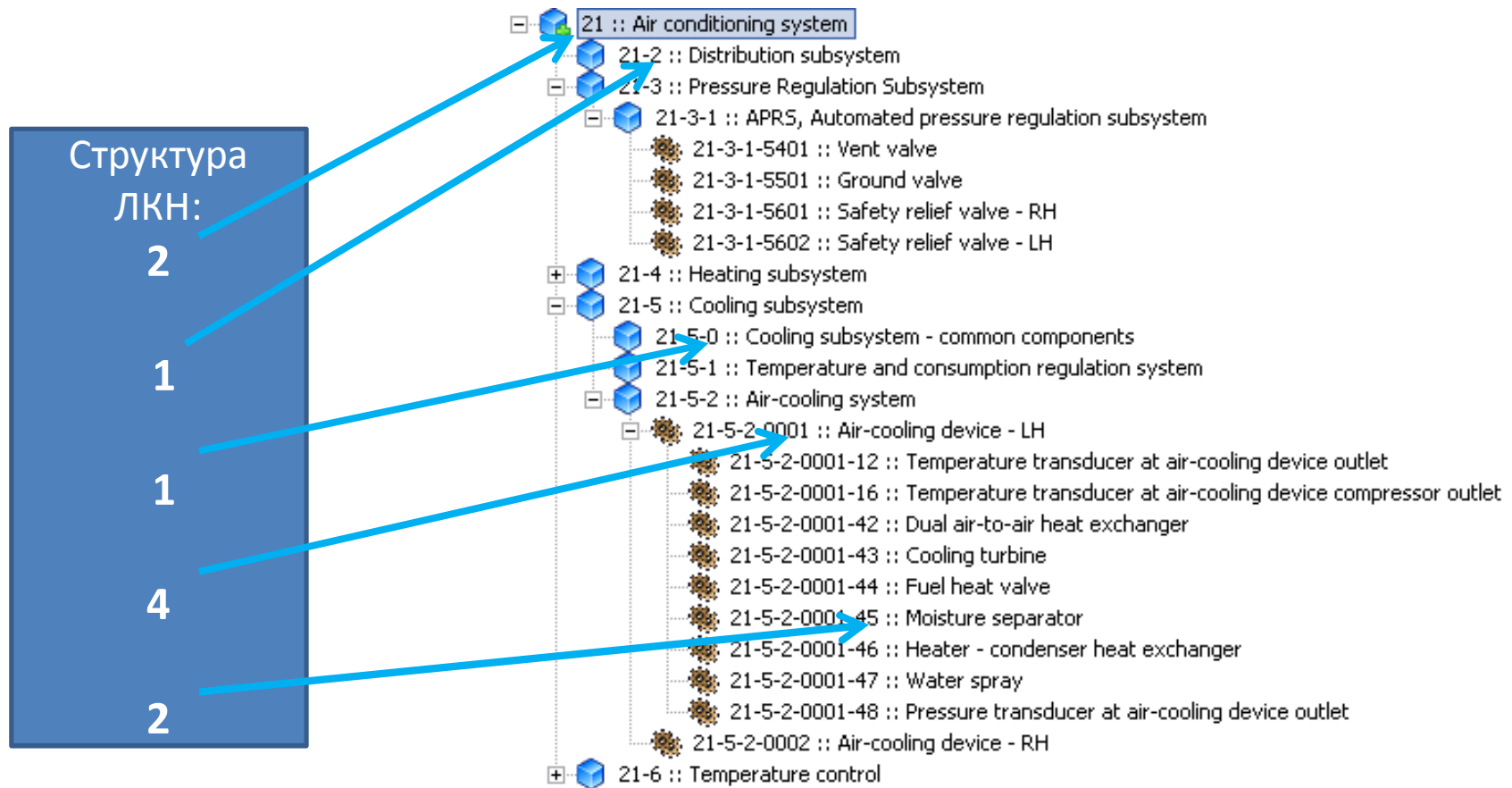
# Создание ЛСИ

## Атрибуты элемента ЛСИ

The screenshot shows the 'LPS element' dialog box with the following sections and callouts:

- Method of operation:** Callout 'Метод эксплуатации' points to the 'Maintenance method' field, which is set to '3 :: Hard time [maintenance]'.
- Reliability parameters:** Callout 'Параметры надежности' points to the 'Reliability' section, which includes:
  - Failure rate, 1/flight hours: Calculated (0), Assigned (0.000030), Actual (0.006263). Value: of linked item.
  - Mean time between failures, flight hours: Calculated (0), Assigned (33000.03), Actual (159.65). Value type: < value not specified >.
  - Mean time between unscheduled removals, flight hours: Value: 10. Value: Specified.
  - Mean time to pre-failure state: Value: 100. Part of mean time to pre-failure state: 0.0030303.
- Resource parameters:** Callout 'Ресурсные параметры' points to the 'Repairability' section, which includes:
  - Mean time to recovery, hour: Value: 10. Value: Specified.
- MSG-3 analysis parameters:** Callout 'Параметры MSG-3 анализа' points to the 'Life limits' and 'MSG-3 analysis' sections.
  - Life limits: Life limit, flight hours: 2000. Value: of linked item. Time limit, years: 13. Value: of linked item.
  - MSG-3 analysis: Maintenance significant item (MSI), SSI, PSE, Other construction, Is an element of protection against L \ HIRF, MSG-3 tasks subject to zonal inspection.

# Пример ЛСИ



# Последовательность выполнения АЛП



# Функциональный анализ

ЛСФ разрабатывается и анализируется с целью:

- выявления полноты функций;
- выявления возможных видов функциональных отказов, а также анализа их причин;
- разработки требований к обслуживанию изделия;

Элемент ЛСФ

**Функциональный блок** – это система или часть системы, чьи функции будут анализироваться в процессе АЛП (в процессе АВПКО и АООН) независимо от функций других функциональных блоков.



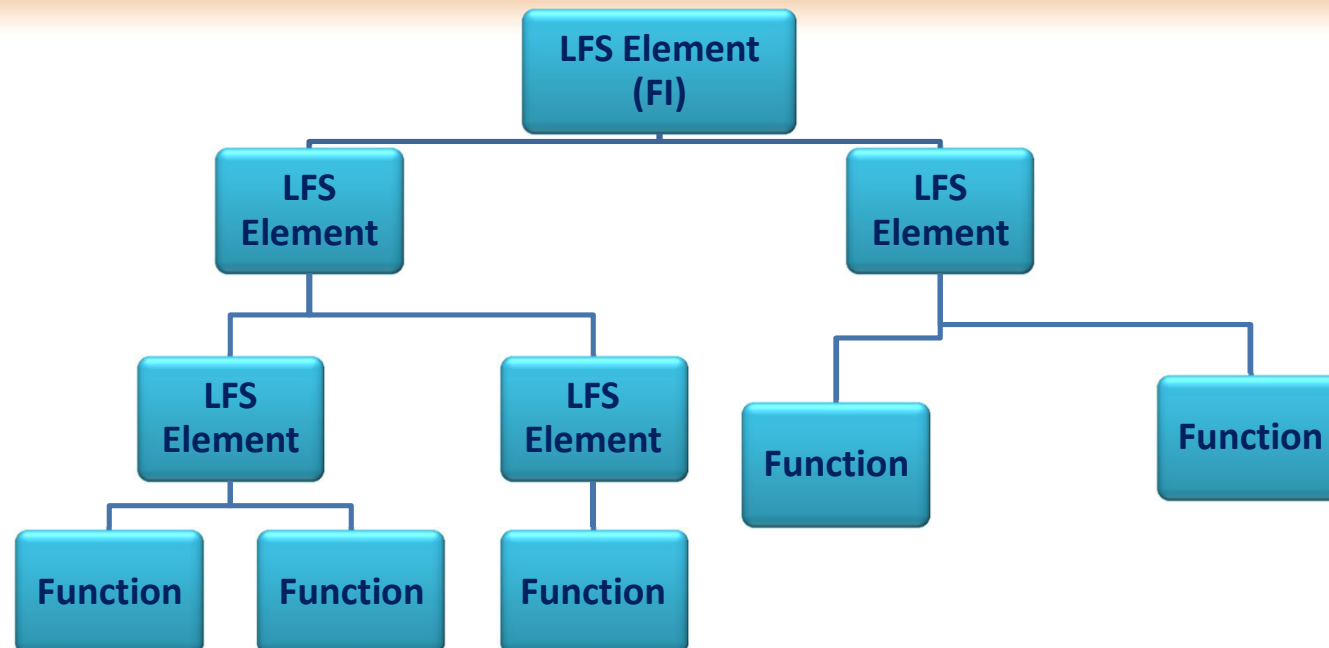
# Функциональный анализ

## Создание ЛСФ

**ЛСФ формируется на основе:**

- данных, содержащихся в техническом задании, контракте;
- информации об аналогах;
- предварительных проработок (блок-схемы и подобные документы);
- описания сценария использования по назначению и миссий, которые будет выполнять изделие.

**Пример дерева ЛСФ**



# Функциональный анализ

## Создание ЛСФ

### Этапы создания ЛСФ

1. Определение основных систем самолета, которые включаются в ЛСФ в виде функциональных блоков. Перечень основных систем самолета регламентирован стандартами ASD S1000D или ATA 2200, но может быть уточнен для каждого конкретного проекта.
2. В зависимости от сложности системы определяется необходимость выделения функциональных блоков, соответствующих подсистемам, под-подсистемам или отдельным агрегатам. Дополнительно выделенные функциональные блоки включаются в ЛСФ. При этом структура ЛСФ может не совпадать со структурой ЛСИ.
3. На основании имеющихся исходных данных описываются функции выделенных функциональных блоков таким образом, чтобы каждая уникальная функция была включена в ЛСФ только один раз.

# Функциональный анализ

## Назначение ЛКН элементам ЛСФ

- ЛКН – основной идентификатор
- Структура ЛКН для ЛСФ определяется в самом начале выполнения АЛП для изделия.;
- Определение структуры ЛКН такое же, как для элементов ЛСИ;
- Для элементов верхнего уровня в ЛКН используется буква F для того, чтобы различать ЛКН ЛСФ и ЛСИ

# Создание ЛСФ

## Атрибуты элемента ЛСФ

ЛКН

**LFS element**

Used in configurations: Basic  In all

LCN: F2410 20 Level: 3

Name: AC generation in the left channel

Function description:   
 Description in foreign languages

Element operating time percentage (%): 50

Mission phases:

	Phase code	Name	Percent...
<input checked="" type="checkbox"/>	LND	Landing	50
<input checked="" type="checkbox"/>	TO	Take off	0
<input checked="" type="checkbox"/>	FLT	Flight	0

Reliability

	Calculated	Assigned	Actual
<input checked="" type="radio"/> Failure rate, 1/flight hours:	0	4.4303e-5	0.0154774
<input type="radio"/> Mean time between failures, flight hours:	0	22571.8	64.6103

Value: Calculated by failure modes

Value type: < value not specified >

Data source: < value not specified >

Function for MSG-3 analysis

OK Cancel

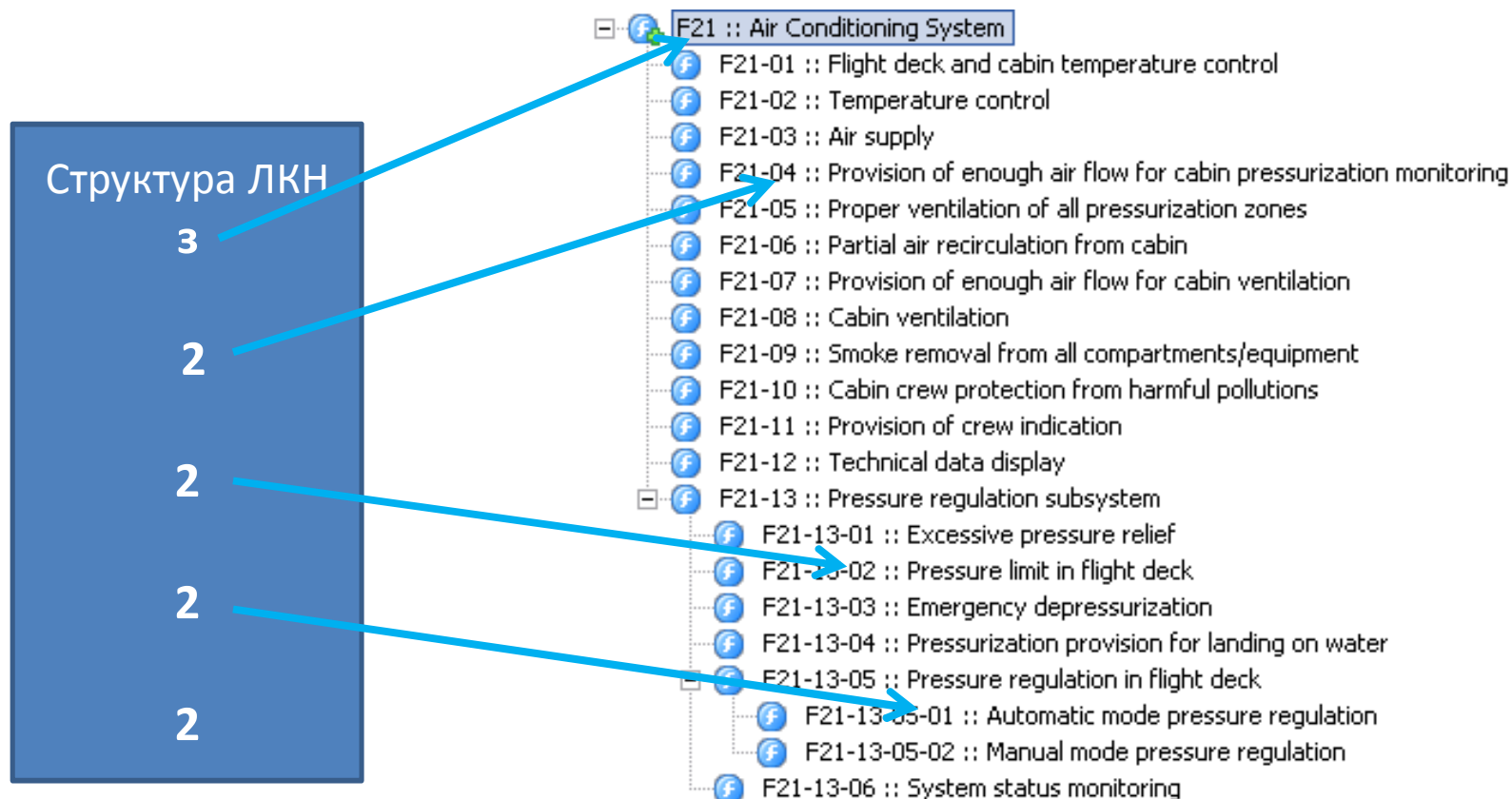
Наименование  
и описание

Фазы  
МИССИИ

Параметры  
надежности

# Создание ЛСФ

## ЛСФ для системы кондиционирования воздуха



# Связи между ЛСИ и ЛСФ

## Типы связей между элементами ЛСФ и ЛСИ:

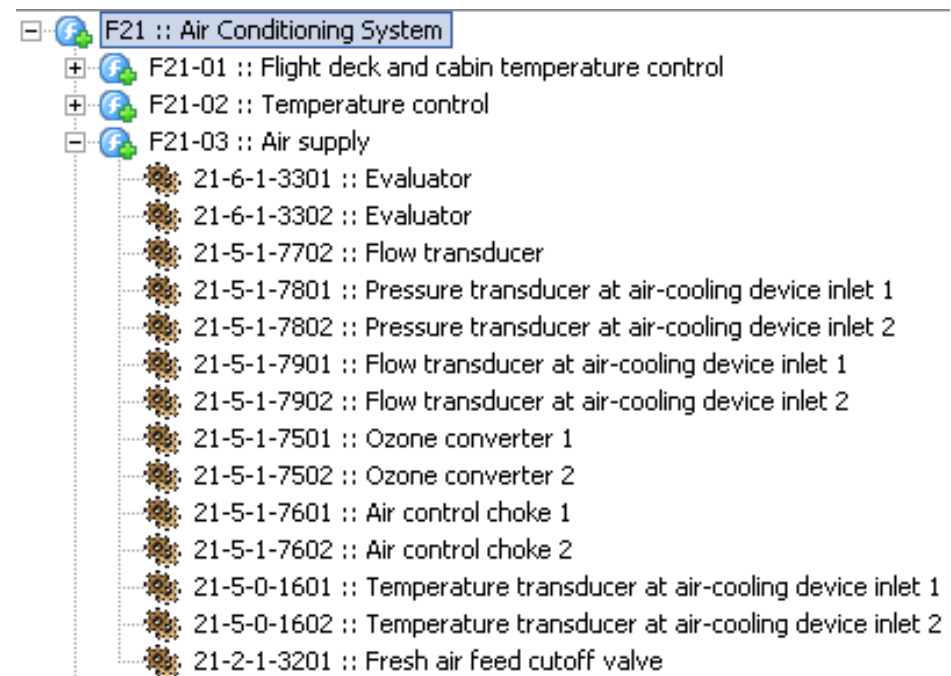
- один к одному (одна функция полностью выполняется единственным ЭК);
- один ко многим (одна функция выполняется несколькими ЭК);
- многие к одному (один ЭК участвует в выполнении нескольких функций).

## Связи между элементами ЛСФ и ЛСИ указывают:

- какой набор ЭК «отвечает» за выполнение каждой функции;
- в выполнении какого набора функций участвует каждый ЭК

## Процедура установления связей позволяет:

- выявить неправильный выбор элементов-кандидатов;
- наличие функций, «не закрытых» ЭК,
- наличие ЭК, не выполняющих ни одной функции;
- недоработки при создании ЛСФ, например, отсутствие в ЛСФ некоторых необходимых функций.



# Последовательность выполнения АЛП



# АВПО/АВПКО

## Анализ видов, последствий и критичности отказов

Согласно ГОСТ 27.310-95, **анализ видов и последствий отказов (АВПО)** – формализованная процедура качественного анализа проекта, которая заключается в следующем:

- выделение на некотором уровне декомпозиции структуры изделия возможных отказов разного вида,
- в прослеживании причинно-следственных связей, обуславливающих возникновение отказов, и возможных последствий этих отказов на данном и вышестоящих уровнях,
- а также – в качественной оценке и ранжировании отказов по тяжести их последствий.

Процедура АВПО, дополненная оценками показателей критичности анализируемых отказов, получила название **АВПКО** – анализ видов, последствий и критичности отказов.

АВПО является неотъемлемой частью АЛП изделия и служит основным источником исходных данных для большинства задач АЛП.



# АВПО/АВПКО

**В рамках подготовки к проведению АВПКО выполняют следующие действия:**

- создание рабочей группы;
- подготовка необходимых исходных данных (в том числе ЛСФ и ЛСИ);
- разработка правил кодирования видов отказов и классификации тяжести последствий отказа.

**Состав рабочей группы**

- ✓ конструктор изделия (системы);
- ✓ инженер по надежности;
- ✓ инженер-испытатель;
- ✓ специалист по охране окружающей среды;
- ✓ инженер-материаловед (привлекается при необходимости);
- ✓ технолог (привлекается при необходимости);
- ✓ представитель службы снабжения (привлекается при необходимости);
- ✓ техники по обслуживанию и ремонту (привлекаются при необходимости).

# АВПО/АВПКО

Справочники LSA Suite, используемые при АВПКО:

The screenshot shows the LSA Suite interface. On the left, a tree view is expanded to 'FMECA' > 'Functional failures (LFS)'. On the right, a table displays a list of failure events with columns for Identification, Name, Description, and Failure rate.

Callout boxes provide the following labels:

- Функциональные отказы (Functional failures) - points to 'Functional failures (LFS)' in the tree.
- Конструктивные отказы (Constructive failures) - points to 'Element faults (LPS)' in the tree.
- Компенсирующие конструктивные меры (Compensating constructive measures) - points to 'Compensating design measures' in the tree.
- Первичные причины отказов (Primary causes of failures) - points to 'Primary failure causes' in the tree.

Identification	Name	Description	Failure rate
2	No AC/DC power supply for half of the consum...	No AC/DC power	0.5
6	No voltage on one of the main power buses	No voltage	0
3	Lack of AC/DC power to supply subordinate c...	Lack of AC/DC power	0
10	Redundancy circuit failure		0
9	AC generation fault		0
7	Lack of power to supply subordinate consumers		0
11	Low AC power		0
5	No voltage on both main power buses		0
4	No airfield power supply		0
1	No AC/DC power supply for all consumers		0
8	No airfield power AC supply		0

# АВПО/АВПКО

## Описание структуры изделия

- Для выполнения анализа необходимо предварительно выполнить структурный и функциональный анализ изделия, т.е. разработать ЛСИ, ЛСФ и установить связи между ними.
- На стадии функционального анализа предметом АВПО является ЛСФ и функциональные отказы.
- На второй стадии АЛП предметом анализа является ЛСИ и отказы её элементов, а также смешанная структура, полученная после установления связей между элементами ЛСФ и ЛСИ.
- Для простых изделий целесообразно анализировать только ЛСИ, тогда как для сложных технических изделий анализу должна подвергаться смешанная структура.

# АВПО/АВПКО

## Кодификация видов отказов и КТПО

### Правила кодирования в соответствии с DEF STAN 00-60:

**Обозначение (код) вида отказа** состоит из 4-х латинских букв, первая из которых должна иметь значение 'F' для вида отказа и 'D' для вида повреждения (в том случае, если в рамках АВПКО проводится анализ возможных повреждений). Значения остальных позиций обозначения должны принимать последовательно значения 'AAA', 'AAB', 'AAC' и так вплоть до 'ZZZ' для каждого следующего вида отказа.

Обозначение вида отказа должно быть уникально только в пределах одного элемента ЛСИ/ЛСФ.

### КТПО

**КТПО** предназначена для качественной оценки потенциальных последствий вида отказа элемента.

# АВПО/АВПКО

КТПО в соответствии с DEF STAN 00-60

**Категория 1** – Катастрофический отказ – вид отказа, который может вызвать гибель людей или повлечь за собой разрушение КИ.

**Категория 2** – Критический отказ – вид отказа, который может вызвать серьезное ранение, значительный материальный ущерб или серьёзное повреждение КИ, которое приведет к срыву выполнения поставленной задачи.

**Категория 3** - Граничный отказ – вид отказа, который может вызвать легкое ранение, незначительный материальный ущерб или незначительное повреждение КИ, которое приведет к задержке или к снижению эффективности выполнения миссии.

**Категория 4** - Незначительный отказ – вид отказа, не вызывающий ранения, не причиняющий материального ущерба или повреждения КИ, но приводящий к необходимости внепланового обслуживания или мелкого ремонта.

# АВПО/АВПКО

## Процедура и алгоритм выполнения АВПКО

АВПКО должен проводиться, начиная с самых ранних стадий разработки, и систематически повторяться на последующих стадиях для выявления наиболее критичных элементов конструкции и определения приоритетности корректирующих и компенсирующих действий.

### Исходные данные:

- ЛСИ
- ЛСФ
- Виды отказов элементов

### АВПКО может быть разбит на два этапа:

- Анализ видов и последствий отказов (АВПО).
- Качественный и количественный анализ критичности (АК).

# АВПО/АВПКО

## АВПО

Show: LFS Recalculate Calculation mode: FMEA+ quantitative criticality a

Element	Failure r...	SHSC	Criticalit..
F24 :: AC and DC power supply of consumers	8.86162e-6	I	{1.62433.
F2410 :: AC power supply of consumers	8.70162e-6	I	{1.62433.
F2411 :: DC power supply of consumers			{0, 0, 0, C
F2412 :: Power supply from a land source			{0, 0, 0, C
24050102 :: Contactor for airfield power supply (left channel)			{0, 0, 0, .
24050502 :: Contactor for airfield power supply (right channel)			{0, 0, 0, .
24 :: Electrical power system	0	I	{1.62433.

Failure mode	Failure mode percentage	Failure mode rate	SHSC	F
1 :: No AC/DC power supply for all consumers	0.0001833	1.62433e-9	I	
2 :: No AC/DC power supply for half of the consumers	0.0789923	7e-7	II	
3 :: Lack of AC/DC power to supply subordinate consumers	0.902769	8e-6	III	
4 :: No airfield power supply	0.0180554	1.6e-7	III	

Элемент ЛСФ

Возможные виды ФО

# АВПО/АВПКО

## АВПО

Show: LFS Recalculate Calculation mode: FMEA+ quantitative criticality anal Parameters... Characteristi

Element	Failure rat...	SHSC	Criticality n...	Service pr
F2410 :: AC power supply of consumers	8.70162e-6	I	{1.62433e-...	1
F241020 :: AC generation in the left channel	4.4303e-5	I	{4.0303e-0...	1
240203 :: Filter of generator (left)	4e-6			
240205 :: Adjustment, protection and control unit (left)				
240201 :: Integrated drive generator (left)	3.0303e-5			
2402 :: AC generation system	0			
F241021 :: AC generation in the right channel	4.4303e-5			
240202 :: Integrated drive generator (right)	3.0303e-5			
240204 :: Filter of generator (right)	4e-6	III	{0, 0, 4e-0...	1
2402 :: AC generation system	0		{0, 0, 0, 0}	
240206 :: Adjustment, protection and control unit (right)	1e-5	I	{1e-005, 0}	1

Failure mode	Failure mode percentage	Failure mode rate	SHSC	Funcio...	Criticality num...
1 :: No voltage on both main power buses	0.00018667	1.62433e-9	I		1.62433e-9
(1) F241020 :: AC generation in the left channel :: 1 :: AC generation fault		4.0303e-5	I		4.0303e-5
(1) F241021 :: AC generation in the right channel :: 1 :: AC generation fault		4.0303e-5	I		4.0303e-5
(1) F24 :: AC and DC power supply of consumers :: 1 :: No AC/DC power supply...		1.62433e-9	I		1.62433e-9
2 :: No voltage on one of the main power buses	0.0804448	7e-7	II		7e-7
:: Lack of power to supply subordinate consumers	0.919369	8e-6	III		8e-6

Элемент ЛСФ

Последствие на  
вышестоящем  
уровне



# АВПО/АВПКО

## АВПО

Software interface showing a hierarchical tree of electrical power system elements and a table of failure modes. The interface includes a toolbar with icons for navigation and calculation, and a 'Calculation mode' dropdown set to 'FMEA+ quantitative criticality anal'.

**Element Table:**

Element	Failure rat...	SHSC
24 :: Electrical power system	0	I
2401 :: Cooling system of integrated drive generator	0	
2402 :: AC generation system	0	
240201 :: Integrated drive generator (left)		I
240202 :: Integrated drive generator (right)		I
240203 :: Filter of generator (left)		III
240204 :: Filter of generator (right)		III
240205 :: Adjustment, protection and control unit (left)		I
240206 :: Adjustment, protection and control unit (right)	1e-5	I
F241021 :: AC generation in the right channel	4.4303e-5	I
F241020 :: AC generation in the left channel	4.4303e-5	I
2403 :: DC generation system	0	
2404 :: Ground power supply system	0	
2405 :: AC load distribution system	0	
2406 :: DC load distribution system	0	

**Failure mode Table:**

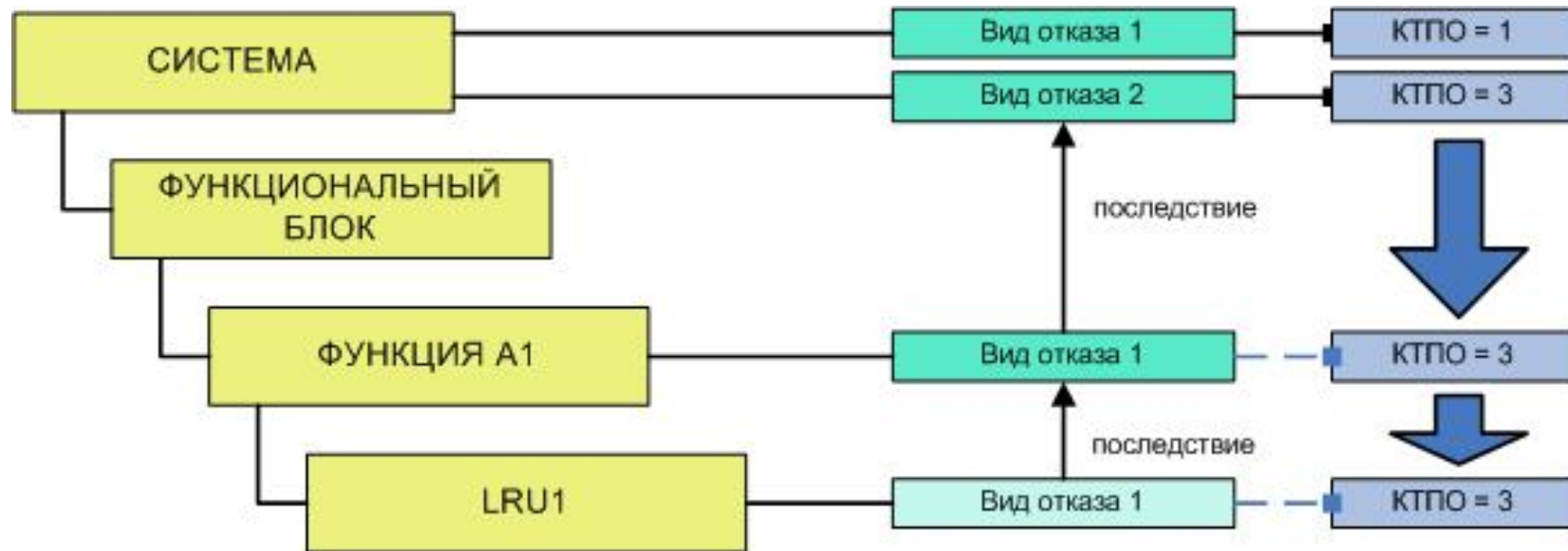
Failure mode	Failure ...	Failure ...	SHSC	Funcio
1 :: Generator failure	1	3.0303e-5	I	1
(1) F241021 :: AC generation in the right channel :: 1 :: AC generation fault		4.0303e-5	I	

**Annotations:**

- Элемент ЛСИ**: Points to the '240202 :: Integrated drive generator (right)' element in the tree.
- Возможные виды конструктивных отказов**: Points to the '1 :: Generator failure' failure mode in the table.
- Последствие отказа**: Points to the '(1) F241021 :: AC generation in the right channel :: 1 :: AC generation fault' failure mode in the table.

# АВПО/АВПКО

## АВПО



# АВПО/АВПКО

## Качественный анализ критичности

Уровень вероятности возникновения отказа:

Уровень вероятности возникновения отказа	Значение	Описание
A	$>0.2$	Частый отказ
B	0,1..0,2	Вероятный отказ
C	0,01..0,1	Возможный отказ
D	0,001..0.01	Редкий отказ
E	$<0.001$	Маловероятный отказ

# АВПО/АВПКО

## Качественный анализ критичности

- Области равных приоритетов для каждого проекта
- В зависимости от области матрицы назначается приоритет компенсирующих действий

### Матрица критичности для проведения количественного анализа

Уровень вероятности возникнове ния	A	2	1	1	1
	B	2	2	1	1
	C	3	2	2	1
	D	3	2	2	1
	E	3	3	2	1
		4	3	2	1
		КТПО			

# АВПО/АВПКО

## Классификация элементов по приоритетам

Приоритет	Рекомендации
1	Функция/элемент, хотя бы один отказ которого требует особого внимания при разработке конструкции. Функция/элемент нуждается в полномасштабном АВПКО.
2	Функция/элемент, отказы которого требуют внимания при разработке. Для функции/элемента рекомендуется провести полномасштабный АВПКО.
3	Функция/элемент, которая требует минимального АВПКО для подтверждения значения приоритета. Не рассматривается как кандидат на доработку/замену. Не требует ввода систем контроля, сигнализации и компенсации отказа.

# АВПО/АВПКО

## Количественный анализ критичности

Число критичности

$$Cm_{ij}^K = \beta_{ij}^K \cdot \alpha_{ij} \cdot \lambda_i \cdot (T_{работы})_i$$

Относительное число критичности

$$P_{ij} = \frac{Cm_{ij}^K}{\lambda_{ФИ} \cdot T_{миссии}} \cdot 100\%$$

Относительная критичность вида отказа(%)

100%	2	1	1	1
20%	2	2	1	1
10%	3	2	2	1
1%	3	2	2	1
0.1%	3	3	2	1
	4	3	2	1
	<b>КТПО</b>			

# Последовательность выполнения АЛП



# АООН

**Анализ обслуживания, обеспечивающего надёжность**, – методика определения набора операций планового технического обслуживания ФИ и оптимального интервала между этими операциями. Методика проведения анализа для изделий авиационной техники описана в стандартах ATA MSG-3 и S4000M.

## Цель анализа

Предоставление формализованного алгоритма назначения состава и периодичности работ планового технического обслуживания (ТО) для поддержания заложенных в конструкцию уровней безопасности и надежности воздушных судов (ВС).

## Результаты работы по методике

- назначение эффективного планового ТО;
- содержание эффективного планового ТО;
- описание методов обоснования эффективного планового ТО.



# АООН

## Цели эффективного планового ТО

- гарантировать реализацию заложенных в конструкцию уровней безопасности и надежности ВС;
- восстанавливать безопасность и надежность до их заложенных в конструкцию уровней при появлении признаков ухудшения ее технического состояния;
- получать информацию, необходимую для совершенствования конструкции тех изделий, заложенный уровень надежности которых оказался недостаточным;
- осуществлять достижение этих целей с минимальными суммарными затратами, включая затраты на ТО и ущерб от последствий отказов.

# АООН

АООН

**По содержанию требования к плановому ТО охватывают две группы работ**

**Плановые работы**, выполняются с определенной периодичностью:

- смазка/заправка(LU/SV);
- проверку работоспособности/визуальную проверку(OP/VC);
- осмотр/проверку исправности(IN/FC);
- восстановление (RS);
- замену и списание (discard) (DS) .

**Неплановые работы**, которые являются результатом:

- плановых работ, выполняемых с установленной периодичностью
- сообщений о неисправностях
- анализа информации (на основе которой м.б. выявлено предотказное состояние)

# Планирование обслуживания

## Планирование обслуживания

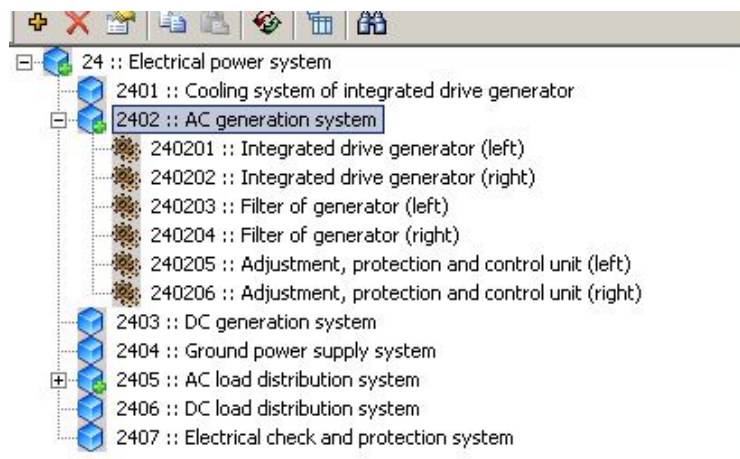
### Методики анализа

- **Анализ функциональных систем и силовой установки;**
- Анализ конструкции планера;
- Подготовка программы зонных осмотров;
- Защита от молний и электромагнитных полей высокой интенсивности.

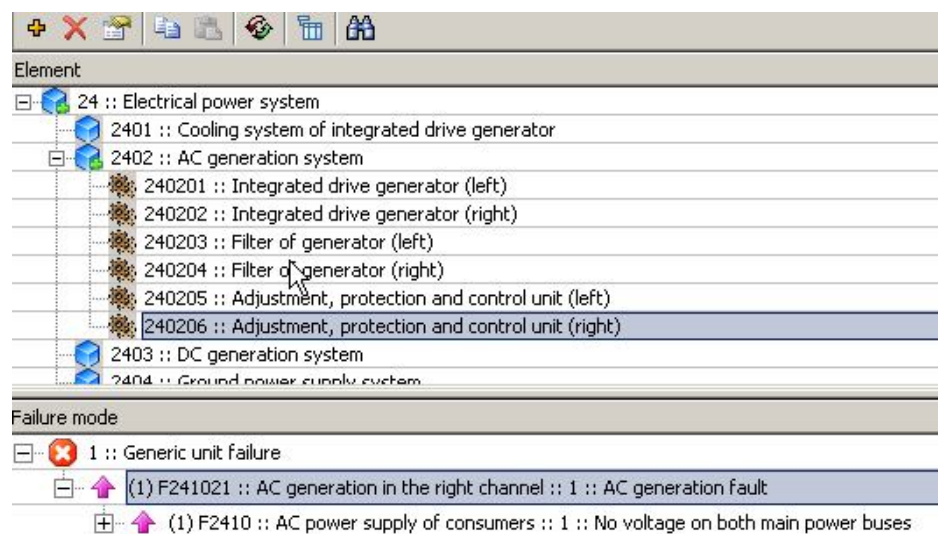
# Планирование обслуживания

## Исходные данные для анализа

Логистическая структура изделия (ЛСИ)



Виды отказов элементов, результаты АВПО/АВПКО



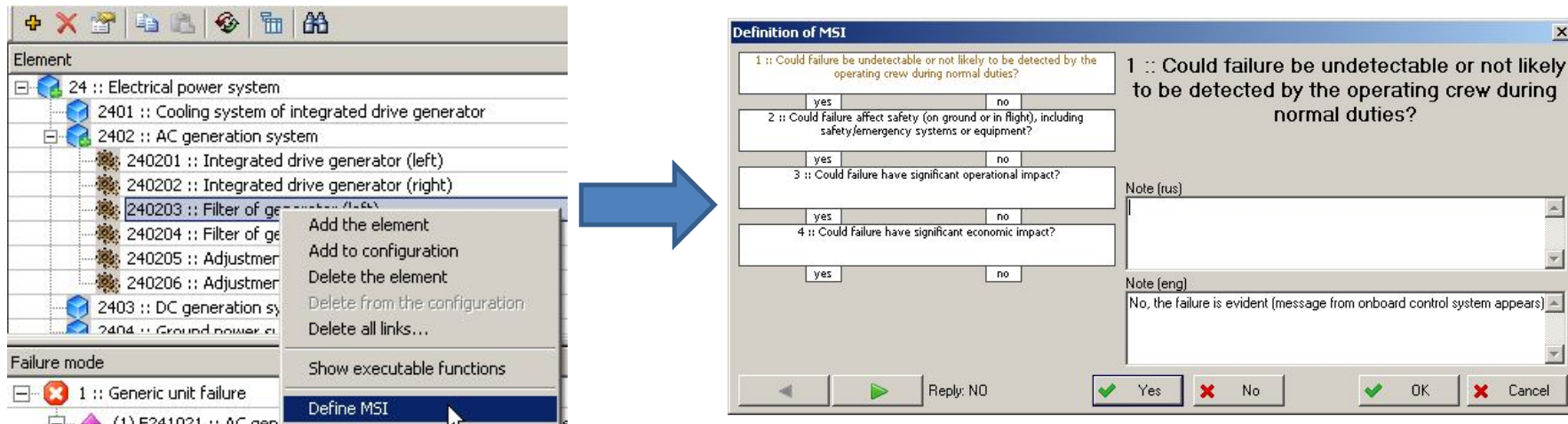
# Планирование обслуживания

## Планирование обслуживания sequence



# Планирование обслуживания

## Выбор элементов, важных в плане ТО



- Может ли отказ быть не обнаружен или обнаружен с малой вероятностью экипажем ВС в время выполнения им обычных обязанностей?
- Может ли отказ, в том числе отказ систем безопасности и аварийного оборудования повлиять на безопасность (на земле или в полете)?
- Может ли отказ иметь существенное влияние на летную эксплуатацию?
- Может ли отказ иметь существенное влияние на экономику эксплуатации?

# Планирование обслуживания

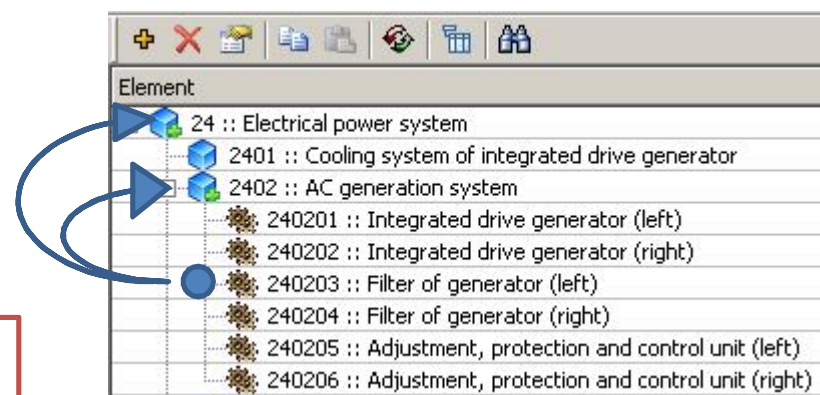
## Выбор элементов, важных в плане ТО

Для тех элементов, по которым, по крайней мере, на один из четырех вопросов ответ «ДА», требуется выбор кандидата в MSI. А сам элемент помечается как подлежащий дальнейшему анализу

Кандидат в MSI – это подсистема (или система), на один (два) уровень выше чем уровень анализируемого элемента

**NB:** после выполнения этого этапа анализа мы имеем:

- 1) Перечень кандидатов в MSI
- 2) Перечень элементов, подлежащих дальнейшему анализу



Перечень кандидатов в MSI рассматривается и утверждается рабочей группой, после чего для них проводится анализ в соответствии с логическими схемами

# Планирование обслуживания

## Планирование обслуживания





# Планирование обслуживания

## Определение функций и функциональных отказов MSI

Для каждого из MSI должны быть определены:

- 1) **Функции** – нормальные характеристики работы изделия
- 2) **Функциональные отказы** – неспособность изделия выполнять свою функцию в определенных пределах
- 3) **Последствия отказа** – что является результатом функционального отказа (ФО)
- 4) **Причины отказа** – что привело к функциональному отказу

eng: FGFA : 24 : Electrical power system (Administrator) - LSS

File View User settings System project LSA DB Calculations Help

LSA project: FGFA - Basic

Logistic struct...  
Product structure  
Functional structure  
Structures references

FMEA - FMECA  
Functional failures (LFS)  
Element faults (LPS)  
Primary failure causes  
Compensating design measures  
Compensating operator actions  
Crew warning system messages

Maintenance a...  
Standard tasks  
MSG3 tasks definition  
Recommended inspection intervals calculation  
Tasks structure

Resources  
Provisioning parameters calculation

Ready NUM

Результаты ФО

eng: FGFA : 24 : Electrical power system (Administrator) - LSS

File View User settings System project LSA DB Calculations Help

LSA project: FGFA - Basic

Show: LFS Recalculate Calculation mode: FMEA+ quantitative criticality anal

Element	Failure r...	SHSC	Critical...	Imports...
F24 :: AC and DC power supply of consumers	8.36162e-6	I	(1.62433...	1
F2410 :: AC power supply of consumers	8.70162e-6	I	(1.62433...	1
F2411 :: DC power supply of consumers	0		(0, 0, 0, 0)	
F2412 :: Power supply from a land source	1.6e-7	IV	(0, 0, 0, 0)	
24050102 :: Contactor for airfield power supply (left channel)	8e-8	IV	(0, 0, 0, ...)	3
24050502 :: Contactor for airfield power supply (right channel)	8e-8	IV	(0, 0, 0, ...)	3
24 :: Electrical power system	0	I	(1.62433...	1

Failure mode	Failure...	Failure...	SHSC	Func...	Critical...	Import...
1 :: No AC/DC power supply for all consumers	0.0001...	1.6243...	I		1.6243...	1
2 :: No AC/DC power supply for half of the consumers	0.0789...	7e-7	II		7e-7	1
3 :: Lack of AC/DC power to supply subordinate consumers	0.902769	8e-6	III		8e-6	1
4 :: No airfield power supply	0.0180...	1.6e-7	IV		1.6e-7	3

Ready NUM

Результаты АВПО

# Планирование обслуживания

## Планирование обслуживания sequence



# Планирование обслуживания

## Классификация отказов по последствиям

Для каждого функционального отказа MSI должна быть определена единственная категория последствий

Выделяют пять категорий последствий (от 5 до 9).



# Планирование обслуживания

## Классификация отказов по последствиям

Явный отказ

### КАТЕГОРИЯ № 5

Функциональный отказ непосредственно влияет на безопасность полетов.

### КАТЕГОРИЯ № 6

Функциональный отказ негативно влияет на возможность планового завершения

### КАТЕГОРИЯ № 7

Функциональный отказ влияет на экономику эксплуатации.

Скрытый отказ

### КАТЕГОРИЯ № 8

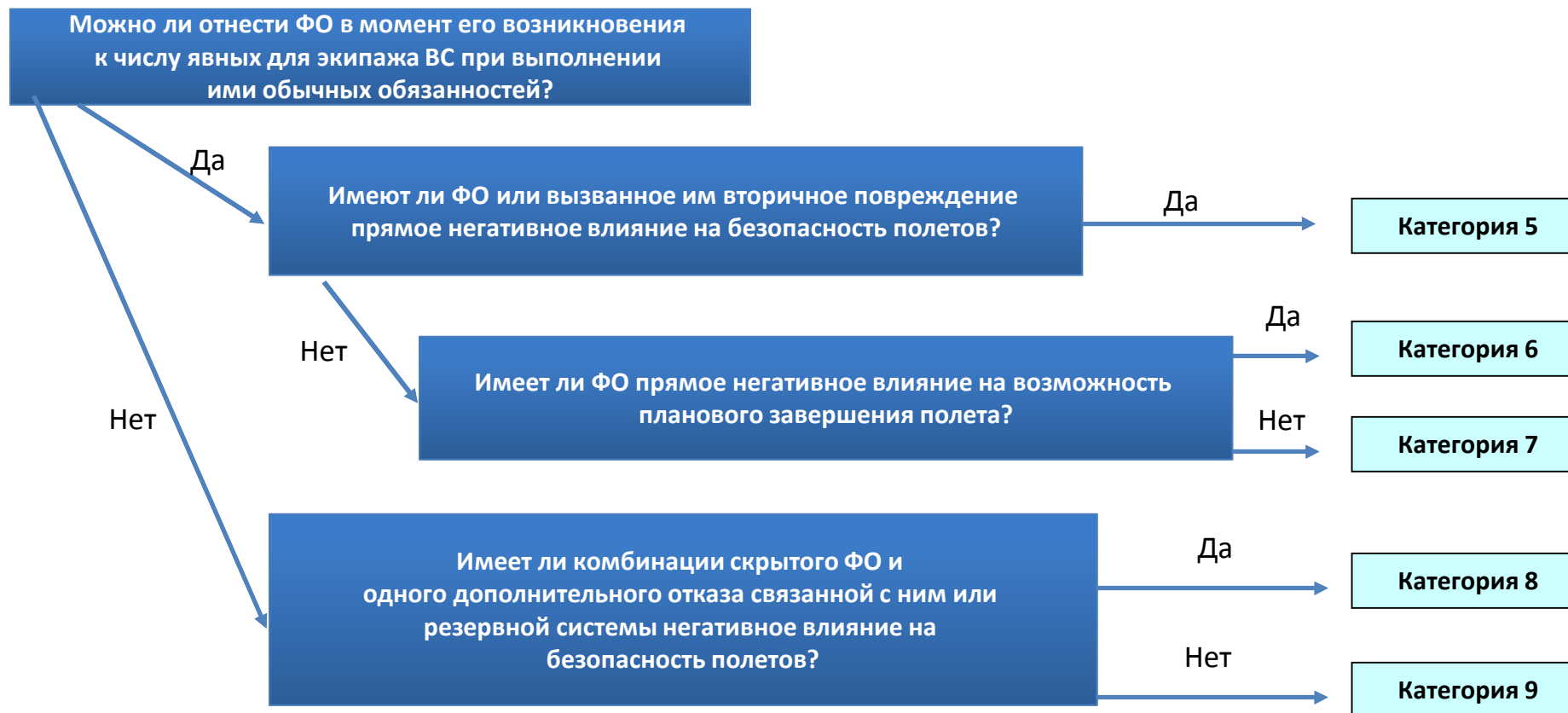
Функциональный отказ влияет на безопасность полетов  
(в комбинации с другим отказом)

### КАТЕГОРИЯ № 9

Функциональный отказ имеет другие негативные последствия.

# Планирование обслуживания

## Классификация отказов по последствиям



# Планирование обслуживания

## Классификация отказов по последствиям

The screenshot shows the LSA project software interface for 'FGFA - Basic'. The main window displays the 'MSG-3 analysis' tab, showing the analyzed element (2402 :: AC generation system) and function (F241020 :: AC generation in the left channel). A red box highlights the 'Analyze failure (ATA MSG-3)' button. Below this, a table lists functional failures:

I.	Name	Effect at this level	MSG-3 category
1	AC generation fault		6 :: Evident operatio...
2	Low AC power		7 :: Evident economic

Below the table, there is a section for 'Functional failure causes (LPS elements failures):' with a table:

Ca...	L.	Name	Failure mode	Primary failu...	MSG
F24...	240...	Integrated drive generator (left)	1 :: Generat...		DS
F24...	240...	Adjustment, protection and c...	1 :: Generic...		IN, F

A blue arrow points from this table to the 'Selection of category' dialog box. The dialog box contains decision trees for classifying failures based on their consequences. The first question is: '1 :: Is the occurrence of a functional failure evident to the operating crew during the performance of normal duties?'. The 'yes' branch leads to question 2: '2 :: Does the functional failure or secondary damage resulting from the functional failure have a direct adverse effect on operating safety?'. The 'no' branch leads to question 3: '3 :: Does the combination of a hidden functional failure and one additional failure of a system related or back-up function have an adverse effect on operating safety?'. The 'yes' branch of question 2 leads to question 4: '4 :: Does the functional failure have a direct adverse effect on operating capability?'. The 'no' branch of question 2 leads to question 5: '5 :: Evident safety'. The 'yes' branch of question 4 leads to question 6: '6 :: Evident operational'. The 'no' branch of question 4 leads to question 7: '7 :: Evident economic'. The 'yes' branch of question 3 leads to question 8: '8 :: Hidden safety'. The 'no' branch of question 3 leads to question 9: '9 :: Hidden non-safety'. The dialog box also includes fields for 'Note (rus)' and 'Note (eng)'. The 'Note (eng)' field contains the text: 'Yes, the failure is evident (message from onboard control system appears...'. The dialog box has 'Reply: YES' and buttons for 'Yes', 'No', 'OK', and 'Cancel'.

# Планирование обслуживания

## Классификация отказов по последствиям

### Прямое влияние отказа на.

Чтобы иметь прямое влияние, ФО или обуславливаемое им вторичное повреждение должны вызывать последствия непосредственно, не в комбинации с другими ФО

### Негативное влияние на безопасность

Влияние на безопасность считается негативным, если последствия отказа не позволят безопасно завершить полет и выполнить посадку и/или могут послужить причиной серьезного вреда здоровью или смерти людей на борту

### Влияние на возможность планового завершения полета

Негативное влияние на возможность планового завершения полета выражается в:

- 1) необходимости введения дополнительных ограничений либо изменения профиля полета
- 2) Необходимости использования экипажем ВС нештатных или аварийных процедур

# Планирование обслуживания

## Планирование обслуживания

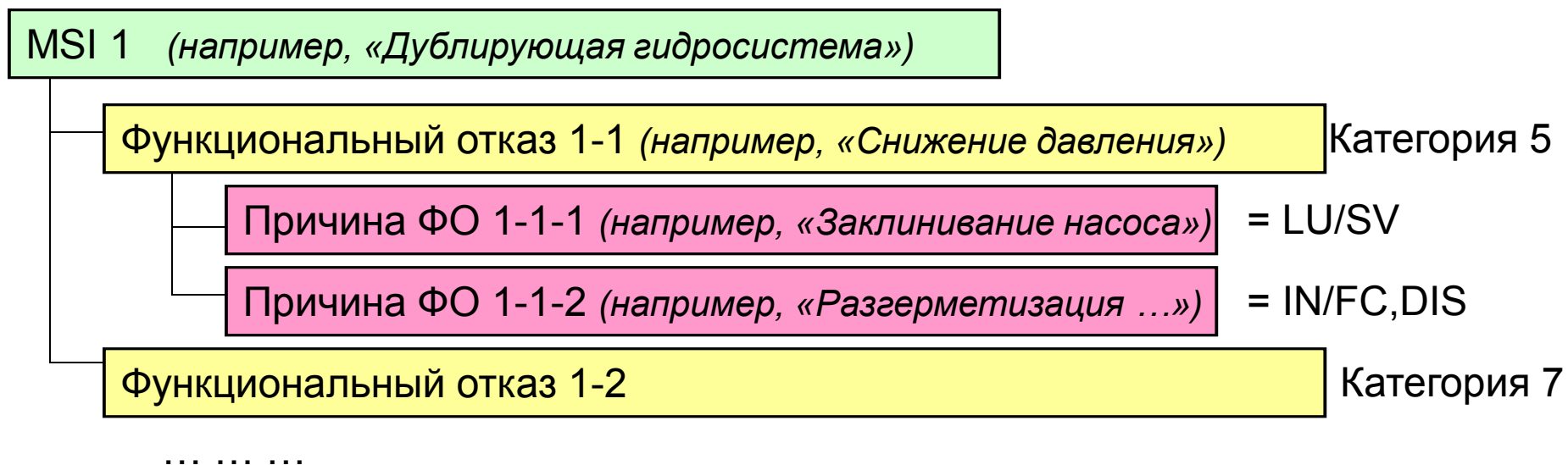




# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

Для определения состава работ по техническому обслуживанию необходимо проанализировать все причины функциональных отказов по логической схеме

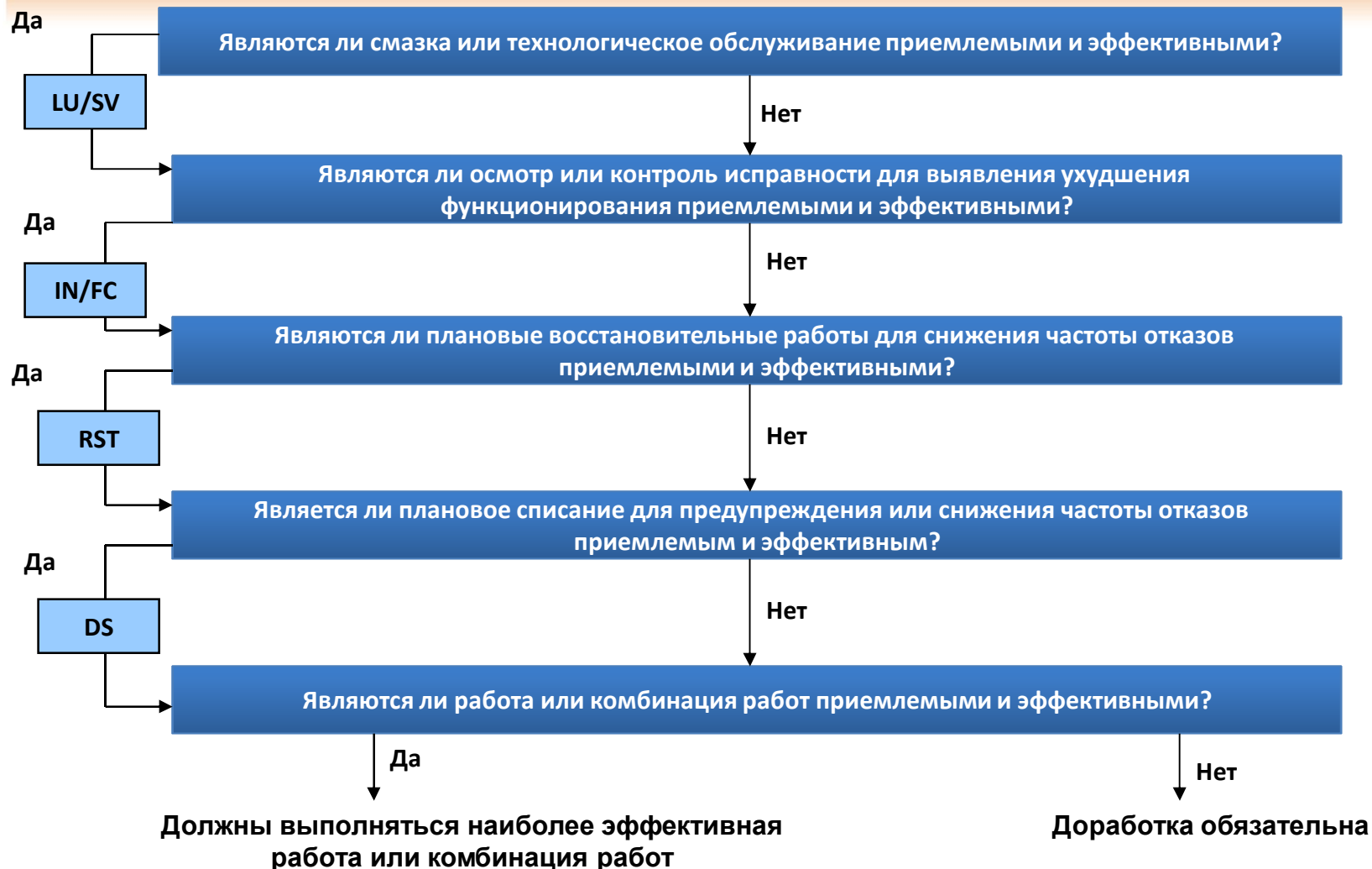


**NB:** Причинами функциональных отказов являются конструктивные отказы тех элементов, которые мы поместили как подлежащие анализу на этапе «Выбора элементов, важных в плане ТО»

# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

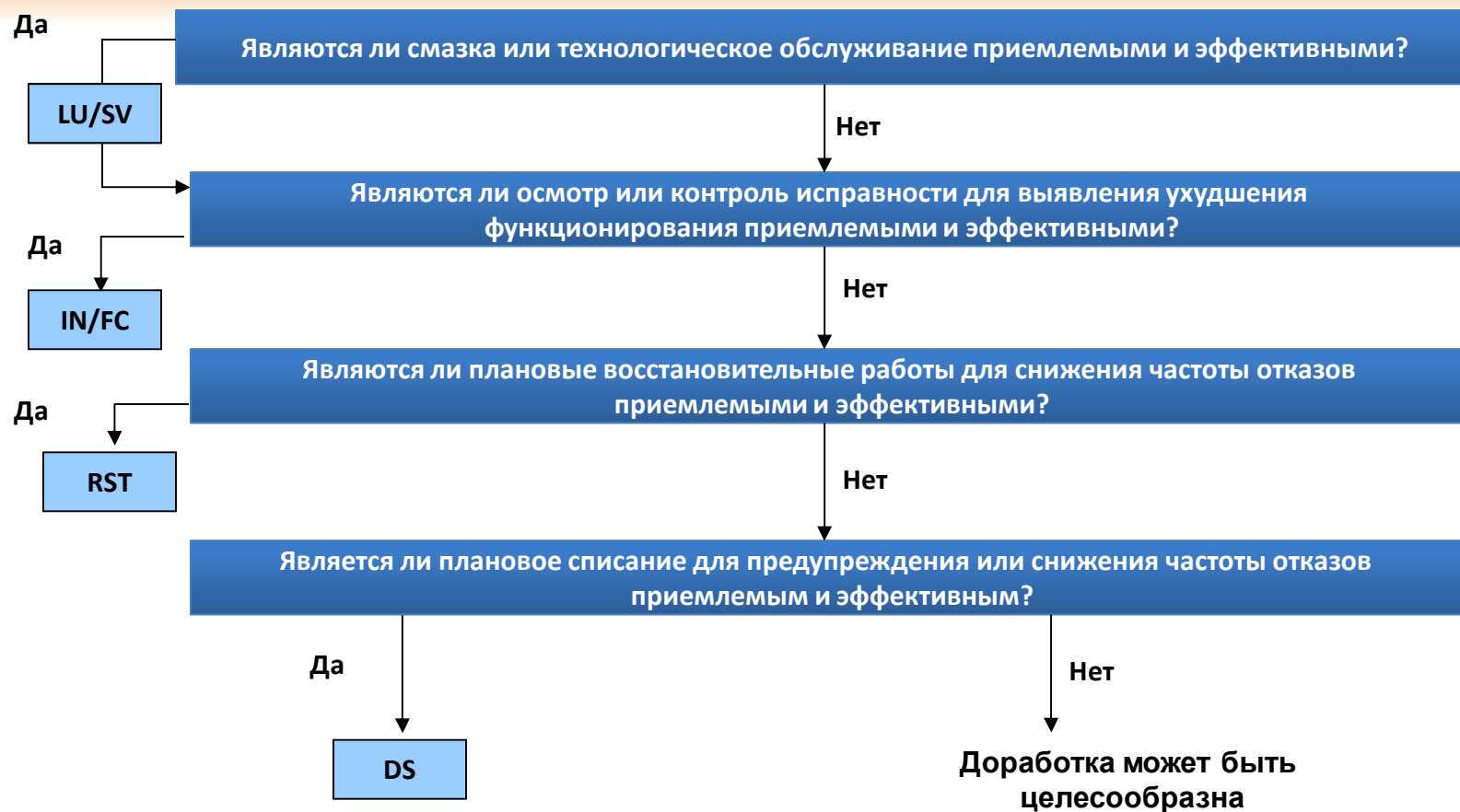
Логическая схема выбора работ для причин ФО 5-й категории (явн., вл. на безопасность)



# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

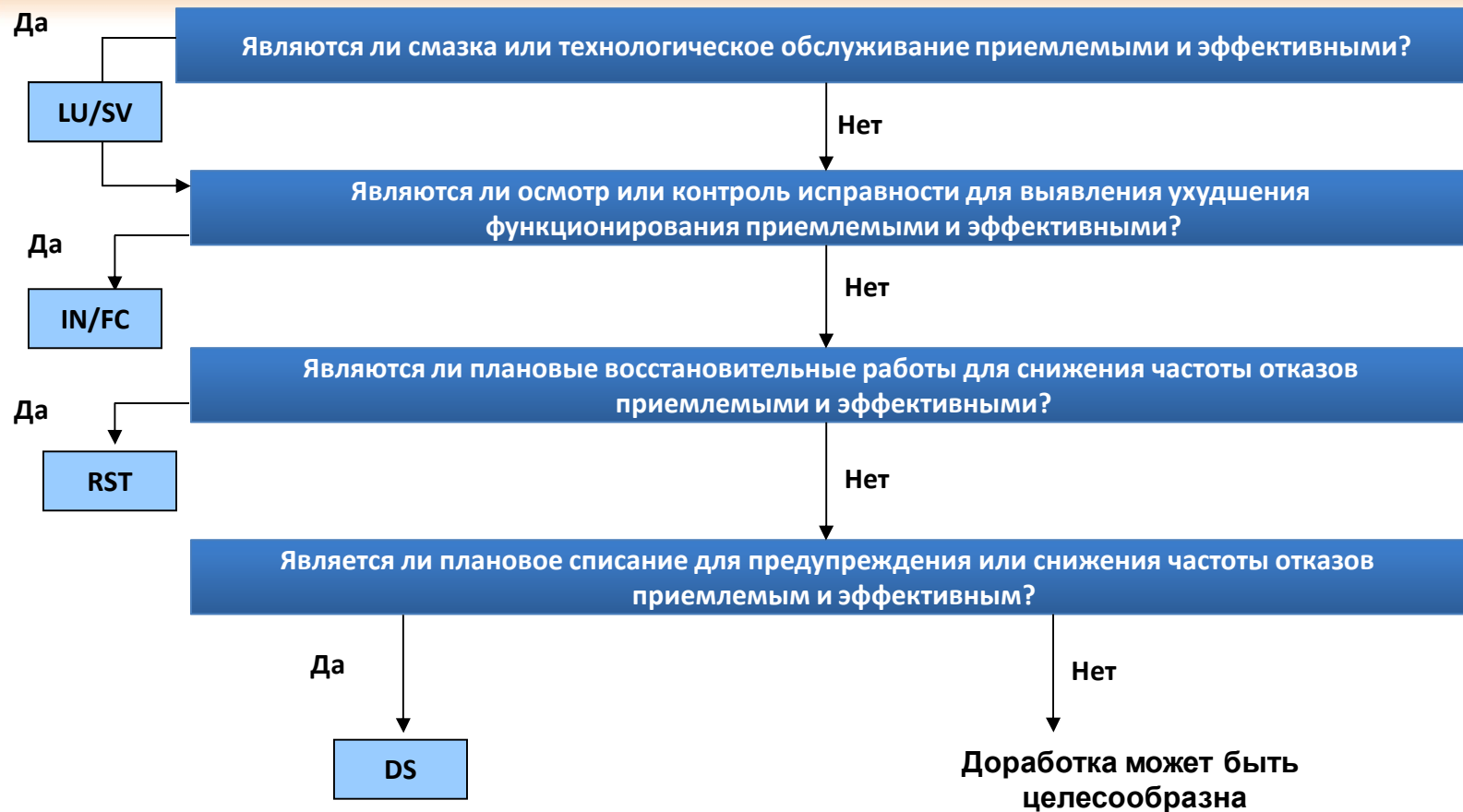
Логическая схема выбора работ для причин ФО 6-й категории (явн., вл. на регулярность):



# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

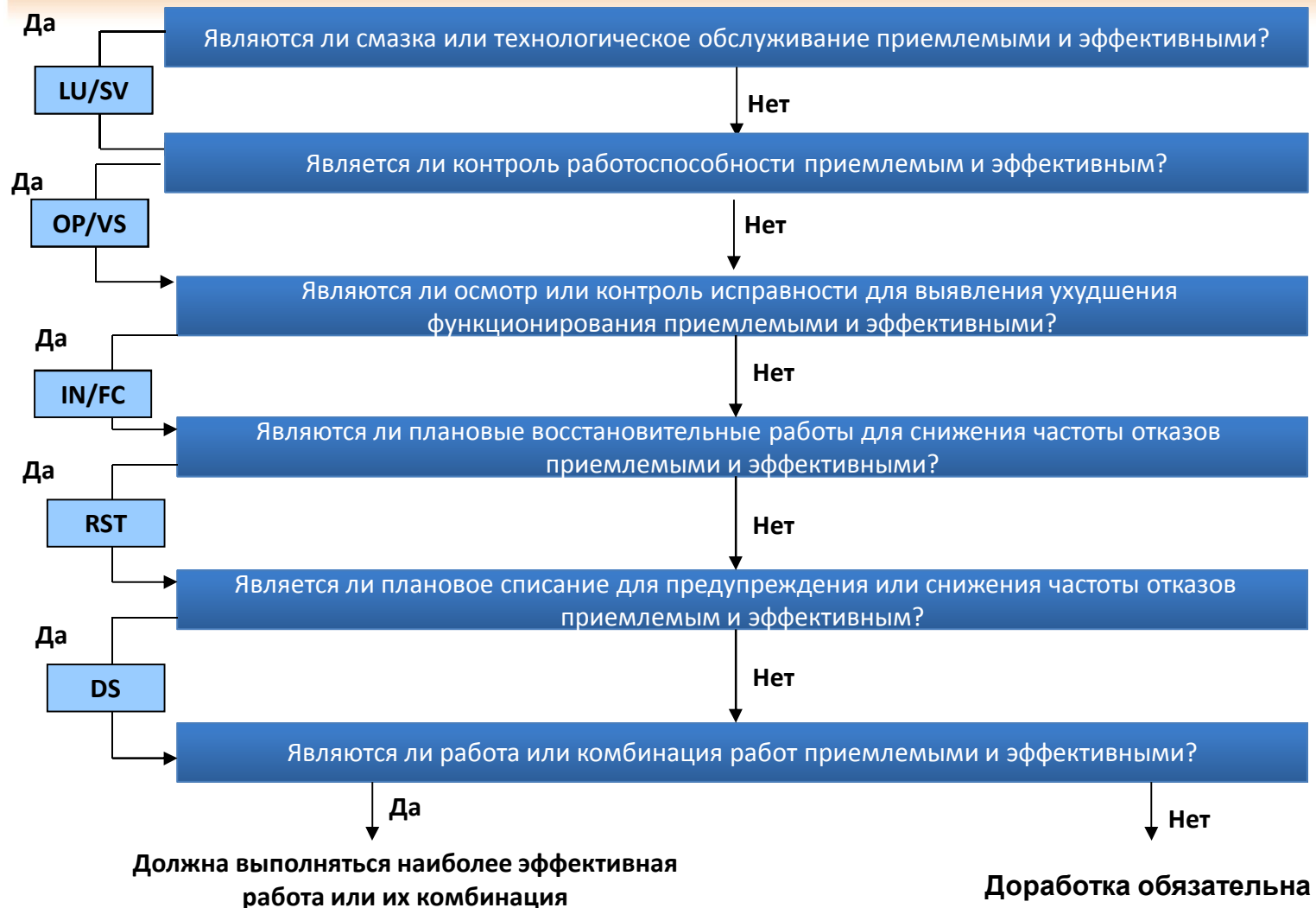
Логическая схема выбора работ для причин ФО 7-й категории (явн.,вл.на экономику):



# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

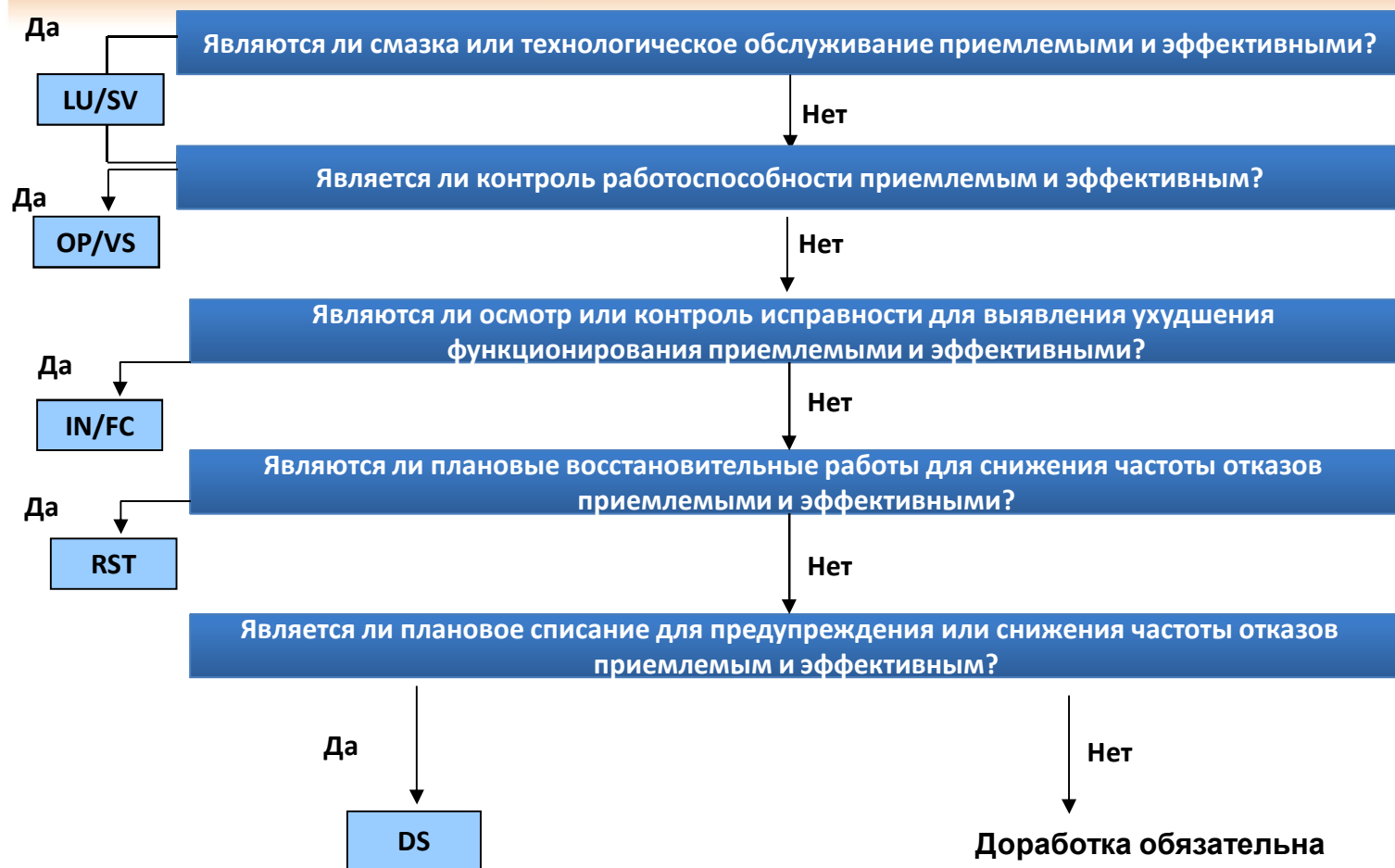
Логическая схема выбора работ для причин ФО 8-й категории (скрыт., вл. на безоп.):



# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

Логическая схема выбора работ для причин ФО 9-й категории (скрыт., проч. посл.):



# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

### Смазка/технологическое обслуживание

Являются ли смазка или технологическое обслуживание приемлемыми и эффективными?

LU/SV

=предупреждение отказа

#### Критерий приемлемости:

Пополнение расходных материалов должно снижать интенсивность ухудшения функциональных характеристик

#### Критерий эффективности - Безопасность:

Работа должна снижать риск отказа

#### Критерий эффективности – Выполнение плана полета:

Работа должна снижать риск отказа до приемлемого уровня

#### Критерий эффективности – Экономика:

Работа должна быть экономически эффективной

# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

### Проверка работоспособности/Визуальный контроль (OP/VS)

Является ли контроль работоспособности приемлемым и эффективным?

OP/VS = Обнаружение отказа

*Проверка работоспособности* – это работа по определению того, удовлетворяет ли элемент его назначению. Не требует количественных оценок. Это работа по нахождению отказов.

#### Критерий приемлемости:

Должно быть возможным выявление вида отказа

#### Критерий эффективности - Безопасность:

Работа должна подтверждать необходимую готовность скрытой функции для снижения риска множественных отказов

#### Критерий эффективности – Экономика:

Работа должна подтверждать необходимую готовность скрытой функции для исключения экономических последствий множественных отказов и быть экономически эффективной



# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

Являются ли осмотр или контроль исправности для выявления ухудшения функционирования приемлемыми и эффективными?

IN/FC

= обнаружение предотказного состояния

Осмотр – это:

1. Общий визуальный осмотр (GVI)
2. Детальный осмотр (DET)
3. Специальный детальный осмотр

Контроль исправности – это количественный контроль, проводимый для определения, выполняются ли одна или несколько функций элемента в соответствии с заданными требованиями

Критерий приемлемости:

Должны иметь место возможность выявления снижения устойчивости изделия к развитию отказа, а также – достаточно устойчивый интервал между ухудшением состояния и функциональным отказом

Критерий эффективности - Безопасность:

Работа должна снижать риск отказа в обеспечение безопасной эксплуатации

Критерий эффективности – Выполнение плана полета:

Работа должна снижать риск отказа до приемлемого уровня

Критерий эффективности – Экономика:

Работа должна быть экономически эффективной, то есть стоимость работы должна быть меньше затрат, обусловленных проявлением предупреждаемого ею отказа

# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

### Восстановление (RS)

Являются ли плановые восстановительные работы для снижения частоты отказов приемлемыми и эффективными?

RS

= предотвращение отказа

*Восстановление* – это работа, необходимая для приведения элемента в соответствие установленному стандарту

#### Критерий приемлемости:

К определенному сроку службы изделие должно проявлять характеристики ухудшения функционирования и большая доля парка изделий должна безотказно проработать в течение этого срока. Д.б. возможность восстановления изделия до установленного требованиями уровня устойчивости к развитию отказа.

#### Критерий эффективности - Безопасность:

Работа должна снижать риск отказа в обеспечение безопасной эксплуатации

#### Критерий эффективности – Выполнение плана полета:

Работа должна снижать риск отказа до приемлемого уровня

#### Критерий эффективности – Экономика:

Работа должна быть экономически эффективной, то есть стоимость работы должна быть меньше затрат, обусловленных проявлением предупреждаемого ею отказа

# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

### Списание (DIS)

Является ли плановое списание для предупреждения или снижения частоты отказов приемлемым и эффективным?

DIS

= предотвращение отказа

*Плановое списание* – это снятие изделия с эксплуатации при достижении установленного предела по ресурсу (сроку службы)

#### Критерий приемлемости:

К определенному сроку службы изделие должно проявлять характеристики ухудшения функционирования и большая доля парка изделий должна безотказно проработать в течение этого срока.

#### Критерий эффективности - Безопасность:

Безопасный срок службы (ресурс) должен снижать риск отказа в обеспечение безопасной эксплуатации

#### Критерий эффективности – Выполнение плана полета:

Работа должна снижать риск отказа до приемлемого уровня

#### Критерий эффективности – Экономика:

Срок службы (ресурс) должен быть экономически обоснован, то есть стоимость списания д.б. < затрат, обусловленных проявлением предупреждаемого отказа

# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

### Комбинация

Являются ли работа или комбинация работ приемлемыми и эффективными?

Должны быть проанализированы все возможные пути обеспечения безопасности.

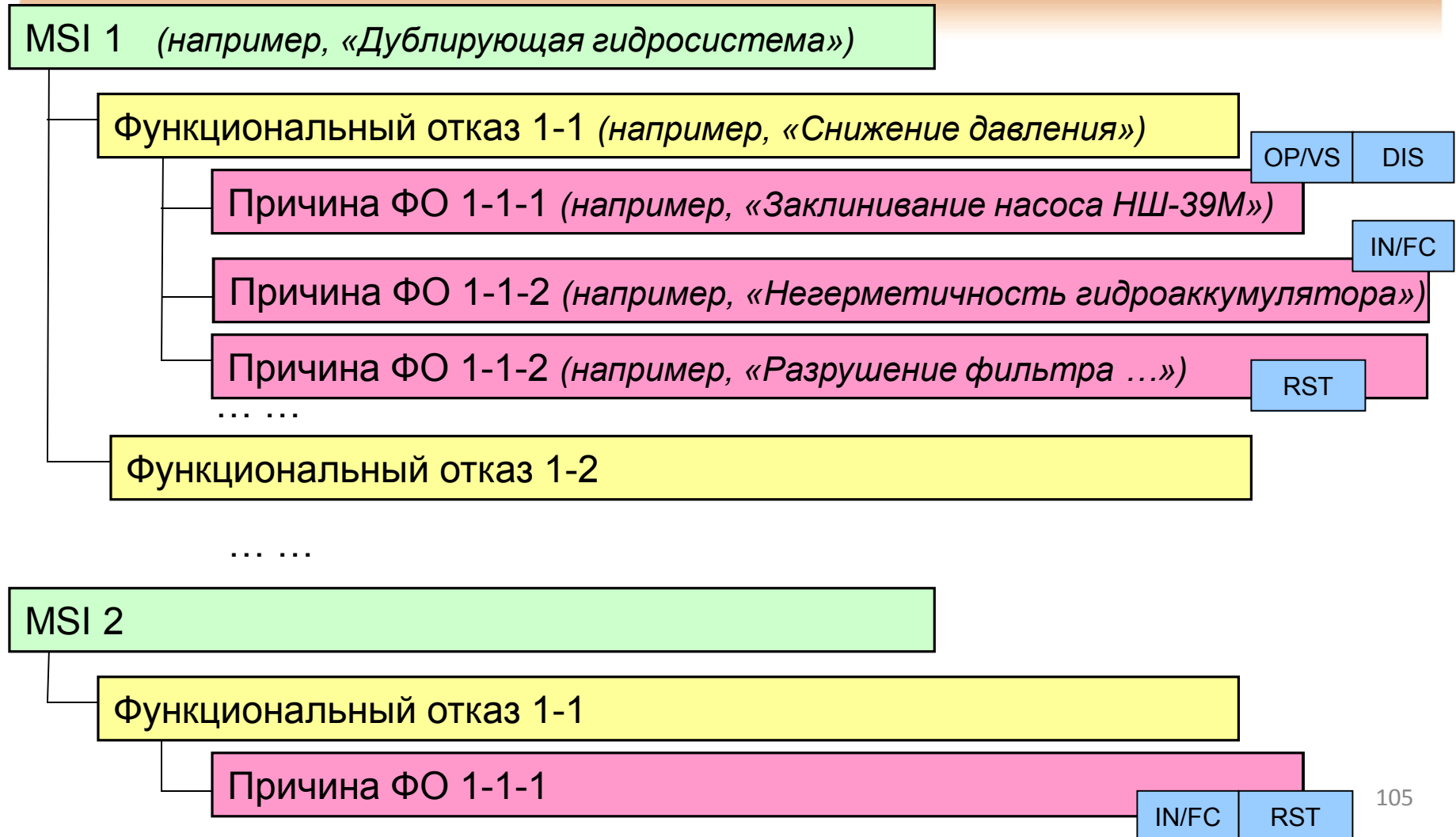
Для этого необходим обзор всех приемлемых работ по ТО.

По результатам такого рассмотрения должны быть выбраны наиболее эффективные работы по ТО

# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

### Результаты анализа



# Планирование обслуживания

## Процедура выбора работ по ТО

Результаты анализа в LSA Suite

The screenshot displays the LSA Suite interface for an electrical power system. A table lists maintenance tasks with the following columns: Failure cate..., Cause codes, MSG-3 category, Threshold, Inter..., Name, Revision, and Linked LPS. The table contains three rows of data. Callouts point to specific columns: 'Категория отказа' points to 'Failure cate...', 'Категория работы MSG-3' points to 'MSG-3 category', 'Наименование работы' points to 'Name', and 'Связанные элементы ЛСИ' points to 'Linked LPS'.

Failure cate...	Cause codes	MSG-3 category	Threshold	Inter...	Name	Revision	Linked LPS	Tasks
24-02-01	6	F24-10-201...	D5	2000 flight ...	2000 flight ...	2	240201 :: Integrated drive gener...	Replace integrated drive generator b...
24-02-02	6	F24-10-201...	FC	1000 flight ...	1000 flight ...	2	240205 :: Adjustment, protection ...	Adjustment, protection and control un...
24-02-03	7	F24-10-202...	D5	30000 flight...	30000 flight...	2	240203 :: Filter of generator (left)...	Filter of generator - replace by life limit

# Планирование обслуживания

## Планирование обслуживания



# Планирование обслуживания

## Определение периодичности работ по ТО

При определении наиболее подходящей периодичности выполнения работ необходимо руководствоваться следующей информацией:

1. Данные испытаний и технического анализа разработчика;
2. Данные разработчика и рекомендации поставщиков покупных изделий;
3. Требования заказчика;
4. Накопленный опыт эксплуатации аналогичных агрегатов и подсистем;
5. Экспертные инженерные оценки.



# Планирование обслуживания

## Определение периодичности работ по ТО

Определение периодичности плановых осмотров основано на вычислении интервала времени, на котором вероятность безотказной работы будет не менее заданной величины  $P_0 < 1$

$P_0$  - вероятность безотказной работы на заданном интервале времени. Значение  $P_0$  задается в соответствии с значением КТПО элемента ЛСИ:

The screenshot shows a dialog box titled "Maintenance calculation parameters" with the following content:

Required probability of no-failure	
Safety Hazard Severity Code (SHSC)	Required probability (Po)
I - catastrophic	0.999
II - critical	0.99
III - boundary	0.95
IV - insignificant	0.9

Below the table, there are two radio buttons for the evaluation period:

- Evaluated period (years): 30
- Estimated operating interval (flight hours): 3000

At the bottom, there are "OK" and "Cancel" buttons.

Callouts in the image:

- A blue box labeled "КТПО" points to the SHSC column header.
- A blue box labeled "Треб. вероятность безотказной работы" points to the "Required probability (Po)" column.
- A blue box labeled "Расчетный период" points to the "Evaluated period (years)" field.

# Планирование обслуживания

## Определение периодичности работ по ТО

### Результаты анализа в LSA Suite

Элемент  
ЛСИ

Признак «особого  
обслуживания»

Element	Failure ra...	SHSC	Redunda...	Failures ...	Po - Req...	Estimate...	Estimate...	RUS. ST...	Maintena...	Recomm...	Time limit...	Life limit, ...
24 :: Electrical power s...	0	1	0		0.999		49.5	33	*	49.5		
2401 :: Cooling sys...	0	0	0		0				#####			
2402 :: AC generat...	0	0	0		0.9		49.5	33	*	49.5		
240201 :: Inte...	3.0303e-5	1	1	YES	0.999	0.9924	49.5	33	LINE CHECK		2000	13
240202 :: Inte...	3.0303e-5	1	1	YES	0.999	0.9924	49.5	33	LINE CHECK		2000	13
240203 :: Filter...	4e-6	3	1	YES	0.95	0.9999	37500	12500	COND.		30000	22
240204 :: Filter...	4e-6	3	1	YES	0.95	0.9999	37500	12500	COND.		30000	22
240205 :: Adju...	1e-5	1	1	YES	0.999	0.9991	150.1	100	COND.		1000	12
240206 :: Adju...	1e-5	1	1	YES	0.999	0.9991	150.1	100	COND.		1000	12

Интенсивность  
отказов

Расчетная  
вероятность

Расчетный  
интервал  
осмотра

# Планирование обслуживания

## Определение периодичности работ по ТО

### Результаты MSG-3 анализа в LSA Suite

#### M8 ATA MSG-3 - Scheduled maintenance tasks summary

EIAC: FGFA

Configuration: Basic

System: AC generation system

User: Administrator

Number	Type	Description	Frequency	FC(s)	CAT	Zone	Need GVI	Remarks
24-02-02	FC	Adjustment, protection and control unit - functional check	1000 flight hours/12 years	IA1b	6			
24-02-01	DS	Replace integrated drive generator by life limit	2000 flight hours/13 years	IA1a	6			
24-02-03	DS	Filter of generator - replace by life limit	30000 flight hours/22 years	IB1a	7			
24-05-01	FC	Contactor - functional check	1000 flight hours/12 years	IA1a	8			Due to recommended interval calculation inspection for contactor is not required, but due to MSG-3 analysis the task has 8 category (safety), that's why contactor's inspection at the same time with adjustment, protection and control unit inspection is recommended
24-05-02	VC	Circuit breaker - visual check	1000 flight hours/12 years	IA1b	8			Due to recommended interval calculation inspection for circuit breaker is not required, but due to MSG-3 analysis the task has 8 category (safety), that's why circuit breaker check at the same time with adjustment, protection and control unit inspection is recommended

# Последовательность выполнения АЛП



# Разработка регламентов и технологии ТОиР

## Задачи обслуживания – определение

**Задача обслуживания** описывает **технологию** выполнения определенной **работы по ТО** системы, подсистемы или определенного элемента эксплуатационной структуры Изделия (ЛСИ).

Иными словами, **задача обслуживания** описывает **ЧТО, КАК** и **ПРИ ПОМОЩИ ЧЕГО** нужно выполнять работу по ТО

Наименование, описание, вид задачи - **ЧТО** нужно делать

Технология выполнения – **КАК** делать работу по ТО

При помощи каких специалистов работа должна выполняться и какие запчасти, материалы и инструмент потребуются

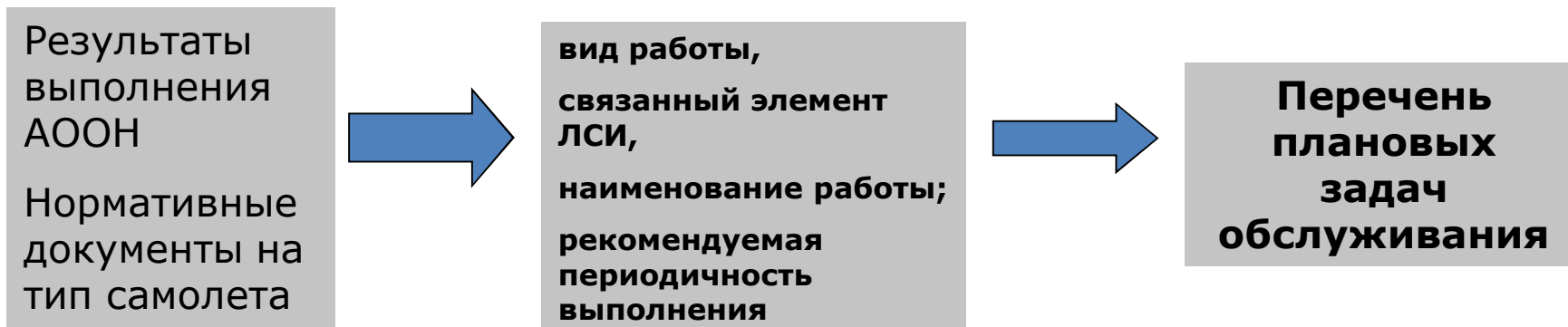
**NB:** Работы планового ТО, из АООН/MSG-3 анализа являются одним из источников данных **ЧТО** делать при ТО

Среднее время выполнения (мин.)		Средняя трудоемкость (чел-мин.)		Количество исполнителей	
осн.	полн.	осн.	полн.	осн.	полн.
0	0	0	0	1	
2.55	2.55	5.8	5.8	4	

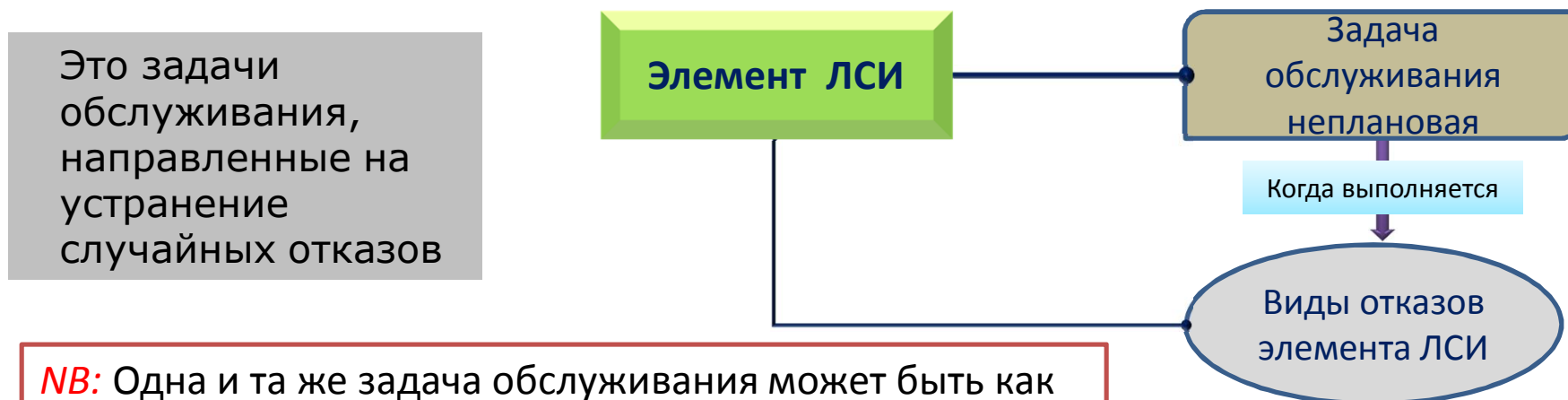
# Разработка регламентов и технологии ТОиР

## Задачи обслуживания – условия выполнения

### Плановые задачи обслуживания



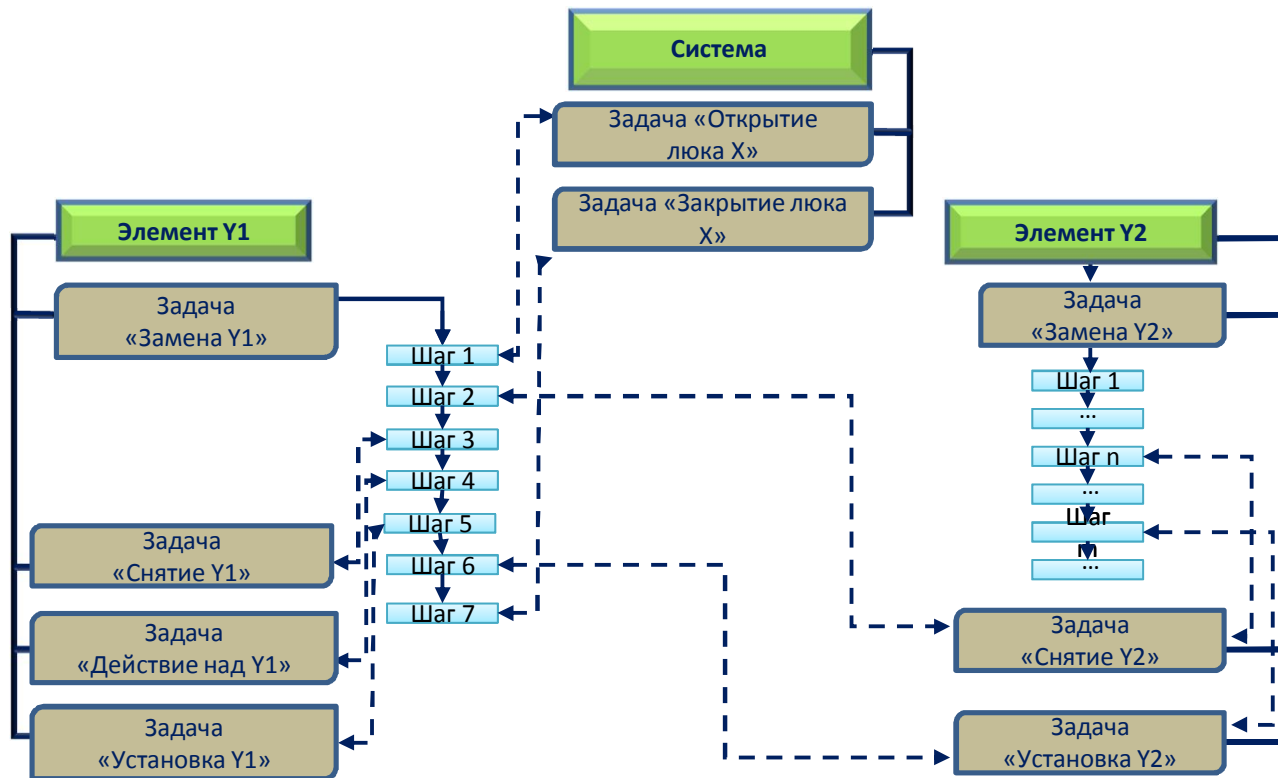
### Неплановые задачи обслуживания



**NB:** Одна и та же задача обслуживания может быть как плановой, так и неплановой.  
Пример – замена компонента по выработке ресурса, либо по отказу

# Разработка регламента и технологии ТОиР

## Технология выполнения задачи обслуживания – шаги и ссылки



Ссылки на другие задачи ТО

Шаги задачи ТО (предварительные, основные и завершающие действия)

Задача обслуживания : Контроль исправности ручного режима системы автоматического регулирования давления ...

Шаг	По...	Ср...	Ко...	Рас...	Исполните...	Ссылка	Доп...
<b>Предварительные действия</b>							
1 :: Make sure these circuit breakers, ...	1	0	1	0			
2 :: Supply electrical power	1	2.55	1	2.55		24-41-00-860-801 :: Подк...	
3 :: Open the main equipment center ...	1	0	1	0			
4 :: Выключение и включение авто...	1	0	1	0		24-00-00-860-801 :: Выкл...	
5 :: Выключение и включение кана...	1	0	1	0		24-61-00-860-801 :: Выкл...	
6 :: Включение системы электрон...	1	2.25	1	2.25	1	31-61-00-860-801 :: Вкл...	
7 :: Кондиционирование от наземн...	1	0	1	0		12-33-21-610-801 :: Конд...	
<b>Основные действия</b>							
1 :: Do the Built-In-Test Equipment (B...	1	0	1	0			Есть
2 :: Do the MANUAL Mode test	1	0	1	0			
<b>Завершающие действия</b>							
0.3							
1 :: Close the main equipment center ...	1	0	1	0			
2 :: Remove the electrical power if it i...	1	0	1	0		24-41-00-860-802 :: Откл...	
3 :: Выключение системы электрон...	1	0.3	1	0.3	1	31-61-00-860-802 :: Выкл...	

# Разработка регламента и технологии ТОиР

## Технология выполнения задачи обслуживания – ресурсы (1)

### Ресурсы задачи ТО

#### Материальные ресурсы:

- Запасные части;
- Расходные материалы;
- Оборудование и инструмент.

#### Трудовые ресурсы:

Обозначение каждого исполнителя

Занятость (время в мин.) исполнителей

Материальный ресурс

Тип ресурса: Расходный материал

Объект: C001 :: Ветошь

Количество на 1 выполнение: 1

OK Отмена

Требуемое количество

Ссылка на элемент соотв. справочника

№	Обозначени...	Специальность	Занятость (мин.)	Ссылка
1	A	AV :: авионика	4.8	26-12-00-710-801
2	A	AF :: конструкция + фу...		12-15-32-280-802, 12-15-32-280-801...
3	A	1 :: Техник	1	71-11-10-010-801
4	B	AF :: конструкция + фу...		32-41-00-710-801, 32-34-00-720-801

Специальности исполнителей



# Разработка регламента и технологии ТОиР

## Технология выполнения задачи обслуживания – ресурсы (2)

Необходимые ресурсы могут быть описаны на задачу в целом:

Задача  
обслуживания

Свойства | Условие выполнения | Технология | Ресурсы | Дополнительные параметры

Рассчитывать количество материальных ресурсов по шагам  Рассчитывать количество трудовых ресурсов по шагам

Материальные ресурсы

№	Тип	Обозначение	Наименование	Описание	Примеч...	Ко...	Е...
1	2 : Расходный мат...	C001	Ветошь			1	
2	2 : Расходный мат...	C002	Бензин				

Расходные  
материалы,  
инструмент  
или запчасти

.. или с детализацией по шагам задачи:

Шаг задачи

Описание | Ресурсы | Дополнительная информация

Материальные ресурсы

№	Тип	Обозначение	Наименование	Описание	Примеч...	Количе...	Е.и.
---	-----	-------------	--------------	----------	-----------	-----------	------

Трудовые ресурсы

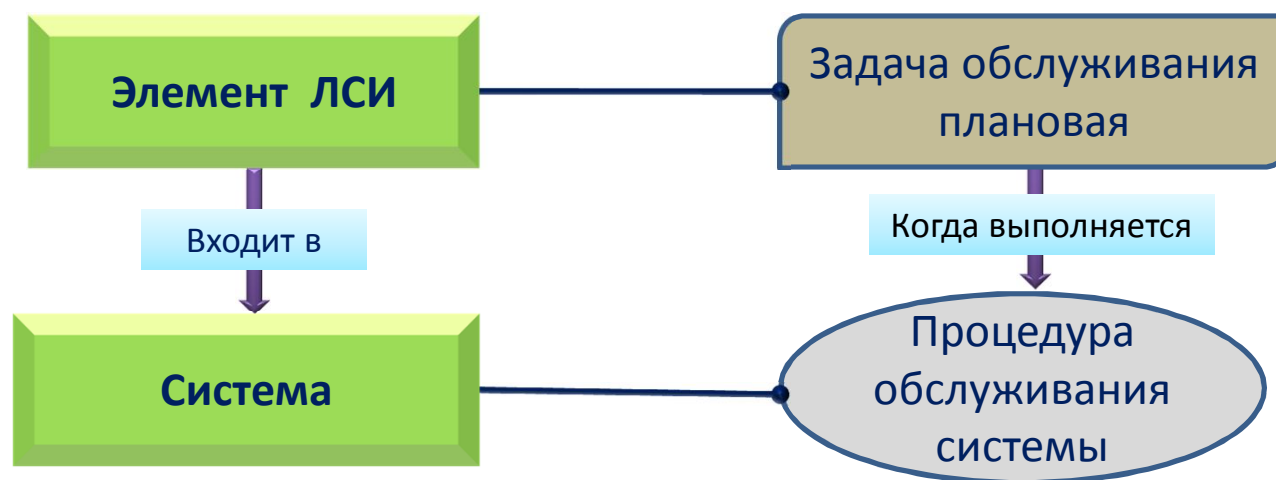
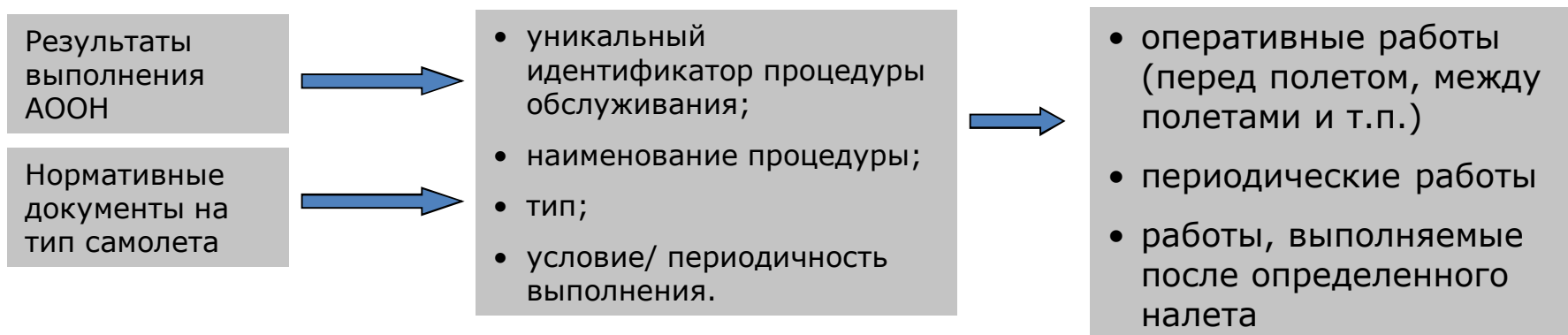
№	Обозначен...	Специальность	Квалификация	Занятость (мин.)	Адекватность
1	1	5:: Тестовая специ...	1 : Тестовая квали...		A:: специальность

Трудовые  
ресурсы

# Разработка регламентов и технологии ТОиР

## Процедуры обслуживания

Процедура обслуживания содержит перечень задач обслуживания с **одинаковым условием выполнения** (календарное время, часы наработки, оперативное то...).



**NB:** Процедуры обслуживания могут быть распределены по системам и подсистемам

# Разработка регламентов и технологии ТОиР

## Задачи и процедуры обслуживания

### ЛСИ и связанные задачи ТО

Параметр | Значение

Порядковый номер в у...	1
ЛКН:	SJ21-3-1-5400
Наименование:	Outflow Valve
Доля времени работы, %:	100
Интенсивность отказа...	3.33e-5
КТПО:	I
Числа критичности:	{ 6.84785e-005, 0, 0, 0 }
Относительная величин...	{ 0, 0, 0, 0 }
Уровень группирования:	{ 0, 0, 0, 0 }
Описание элемента:	Выпускной клапан

Процедуры обслуживания | Задачи обслуживания

Задача	Вид	Элемент	Кол-во
21-31-03-402-006 :: Install the Cabin Pressure Outflow Valve		SJ21-3-1-5400 :: Outflow Valve	
21-31-03-202-066 :: Check the Cabin Pressure Outflow Valve		SJ21-3-1-5400 :: Outflow Valve	4
21-31-03-102-065 :: Clean the Cabin Pressure Outflow Valve	clean	SJ21-3-1-5400 :: Outflow Valve	4
21-31-03-002-001 :: Remove the Cabin Pressure Outflow Valve	remove	SJ21-3-1-5400 :: Outflow Valve	

### Технология и необходимые ресурсы

Материальный ресурс

Тип ресурса: Запчасть

Объект: Расходный материал, Вспомогательное оборудование, Инструмент, Инфраструктура

Количество на 1 выполнение:

Процедура обслуживания (соответствует регламентной работе на изделии)

Процедура обслуживания

Номер: 1 | Элемент: SJ21-3-1 :: Cabin Pressure Control System

Наименование: A-check

Тип: Плановое ТО по наработке

Периодичность / условие выполнения: A-check

Периодичность выполнения: 750 flying hours

№	Наименование	Вид задачи	Элемент	Уровне ТОиР
1	Clean the Cabin Pressure Outflow Valve	Q :: clean	SJ21-3-1-5400 :: Outflo...	
2	Check the Cabin Pressure Outflow Valve	G :: install	SJ21-3-1-5400 :: Outflo...	
3	Install Safety Valve 1		SJ21-3-1-5601 :: Safety ...	

Задача обслуживания = КАК и С ПОМОЩЬЮ ЧЕГО выполняется работа

Процедура обслуживания = КОГДА выполняется работа

# Последовательность выполнения АЛП



# Расчет параметров МТО

## Основные исходные данные для расчета (1) – проект АЛП

LSA project

Identification Use scenario Mission phases Standard maintenance periods Required characteristics

Scenario name: Basic scenario

Scenario description: Basic scenario

Total Final Items supported: 1

Initial provisioning period, months: 12

Stage I (months): 5

Staged initial provisioning period  Stage II (months): 10

Stage III (months): 12

Provisioning DMC parameters calculation period:

Equal life limit

Calculation period in years: 10

Calculation period in flight hours: 2000

Calculate: Average operating time per year

Annual number of missions: 200

Flight days:

Daily number of missions: 1

Annual number of flight days: 200

Theatre of operation: M : Middle East

Calculation of quantity of replacements/element repairs: By mean time between

Cost of 1 m3 of inventory storage space per year: 0 < not set >

Operating time:

Annual ...	UoM for operating time	Average per year	Average per mission
<input checked="" type="checkbox"/>	H : flight hours	200	1
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			

OK Cancel

Количество  
ВС

Период нач.  
МТО

Ср.наработка  
в год

# Расчет параметров МТО

## Основные исходные данные для расчета (2) - ЛСИ

Элементы ЛСИ с признаком «рек. в качестве з/ч»

MTBF или MTBUR

Код значимости или КТПО

Обозначение	Наименование	Производитель	Кол-во в системе, шт	Ремонтпригодное	Назн./межрем.ресурс,летные часы	Расч. потребность в з/ч на 15 ...	Рек.объем нач.запаса	Рек.объем мин.запаса	Рек.объем партии поставки
15-5303-10-6	Диафрагма гидроаккумуля...		3	нет	20000	46	5		
29-NA-01	Гидроаккумулятор		3	да	30000 / 2000		5		
8A-5302-00	Гидробак	ORG002 :: OA...	2	нет	12000	15	2	1	2
8Д2.966.017-2	Фильтр	ORG043 :: ФГУ...	2	нет	2000	474	19	7	19
ГА-74М/5	Распределитель	ORG044 :: OA...	2	нет	30000	9	2	1	2
НШ-39М	Насос шестеренчатый	ORG040 :: OA...	2	да	12000 / 2000	40	4		
OK-10A	Клапан обратный	ORG043 :: ФГУ...	4	да	30000	13	2	1	2
ФГ-11БН	Фильтр	ORG043 :: ФГУ...		нет	2000	1070	67	21	67

Кол-во в системе

Ремонто-пригодность



# Расчет параметров МТО

## Основные исходные данные для расчета (3) – параметры поставки

General | Characteristics | Provisioning and repairability parameters | Effectivity in LSA projects | Composition

Repairability: < value not specified > Show: All

Parameter	Delivery 1
Supply parameters by default	Yes
Apply for LSA project	
Price	
Vendor	HAL : Hindust
The contract has been concluded	Yes
Unit of Issue	ten
Quantity of units of measurement in a unit of issue (pcs)	10
Unit of issue price	
Price type	available on q
Price validity period (from)	
Price validity period (to)	
Packed weight (kg)	10
Packed length (m)	10
Packed width (m)	10
Height in pack (m)	10
Quantity in the standard pack (pcs)	1
Container category	non-expendat
Requirements for packing	
Delivery lot quantity (from, pcs)	12
Delivery lot quantity (to, pcs)	45
Delivery term (months)	20
Time between orders	10
Shipping cost	
Storage period	non deteriorat
Extendability of shelf life	Yes
Special storage conditions	Yes

OK Cancel

P030 Relay box; aircraft system No.1

Применяемость для проекта АЛП

Цена

Срок доставки з/ч

Ср. время между заказами

Длительность ремонта (для ремонтно-пригодных)

# Расчет параметров МТО

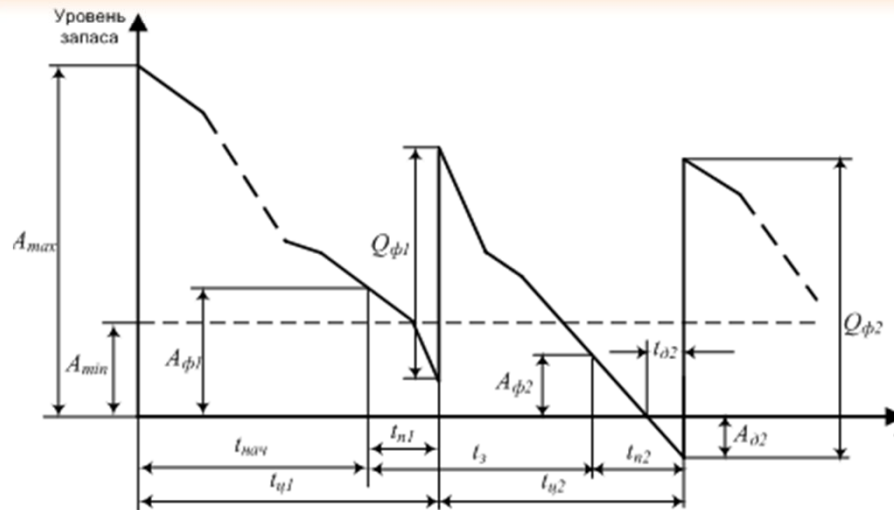
## Описание математической модели

**Уровень риска** – вероятность отсутствия детали на складе эксплуатанта и/или ремонтной (сервисной службы) в тот момент, когда она потребуется для ремонта изделия.

### Предполагаем

- фактическое количество отказов элементов – случайная величина, значение которой моделируется на основе наработки на отказ (MTBF) или наработки на внеплановый съем (MTBUR);
- интервал времени от момента прихода партии поставки в адрес заказчика до момента ее помещения на склад равен 0;
- поток отказов – простейший (пуассоновский).

### Примерный вид процесса движения запасов на складе



$A_{\max}$  – уровень начального запаса;

$A_{\min}$  – уровень минимального запаса;

$A_{\phi k}$  – фактический уровень запаса для  $k$ -го цикла на момент формирования заказа;

$Q_{\phi k}$  – фактический объем партии поставки для  $k$ -го цикла;

$t_{\text{нач}}$  – продолжительность начального МТО;

$t_3$  – горизонт планирования заказов;

$t_{\text{пк}}$  – фактическое время выполнения поставки для  $k$ -го цикла;

$t_{\text{цк}}$  – фактическое время  $k$ -го цикла;

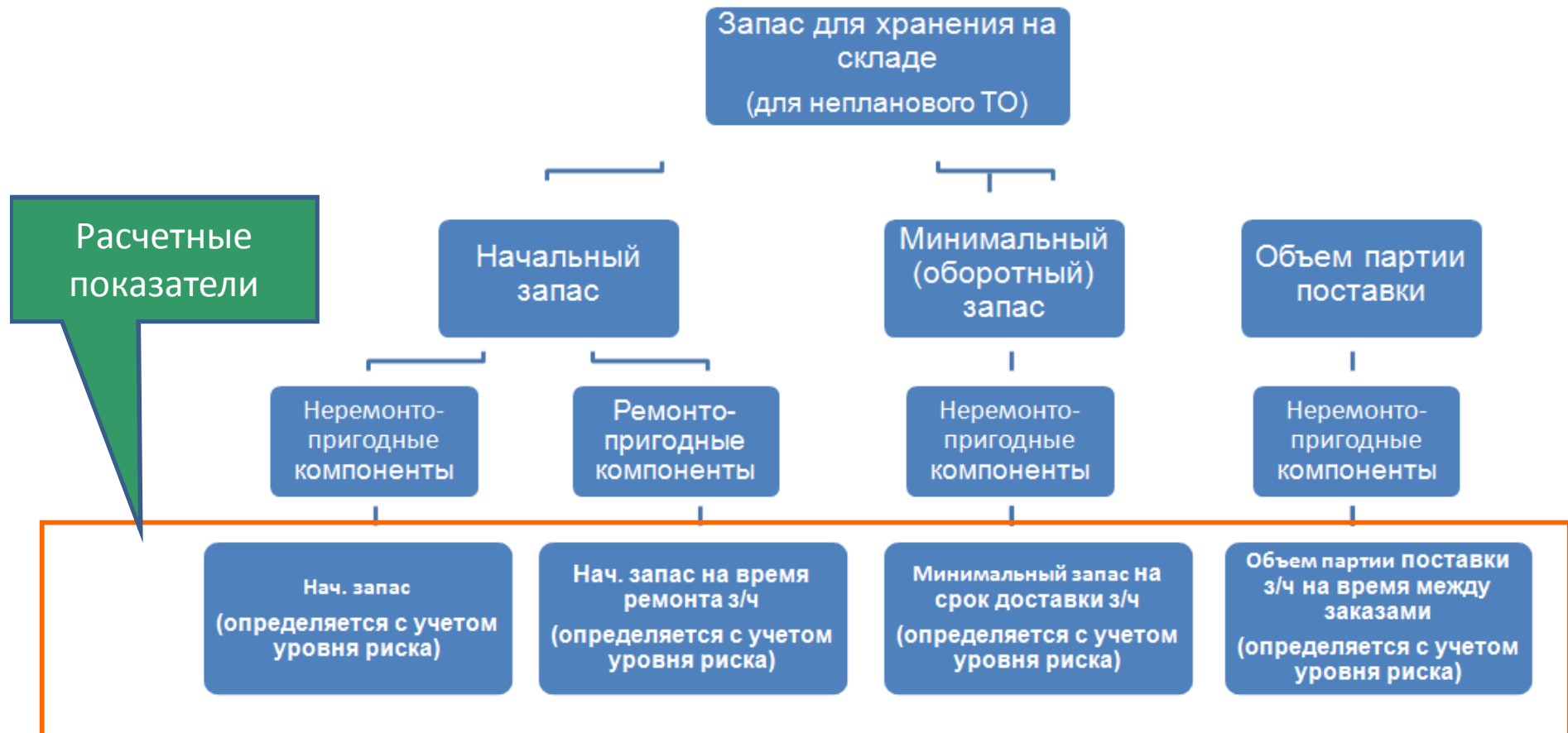
$A_{\text{дк}}$  – уровень дефицита для  $k$ -го цикла;

$t_{\text{дк}}$  – время, в течение которого существует дефицит, для  $k$ -го цикла.



# Расчет параметров МТО

## Расчетные показатели непланового МТО





# Последовательность выполнения АЛП



# Подготовка данных для разработки ЭД

## Подготовка данных для разработки эксплуатационной документации



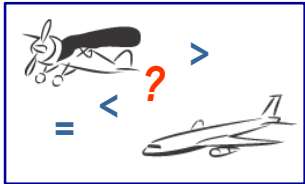


# Последовательность выполнения АЛП

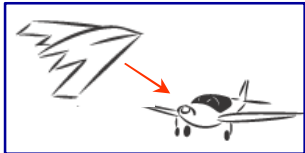


# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Основные цели расчета затрат на тех. эксплуатацию АТ



Сравнение стандартных показателей затрат на техническую эксплуатацию (DOC, DMC) с изделиями-аналогами для оценки конкурентоспособности проектируемого воздушного судна



Анализ (в процессе проектирования) структуры затрат на техническую эксплуатацию и выявление путей их снижения



Обоснование экономически целесообразной цены при заключении сервисных контрактов на послепродажное обслуживание (например, с фиксированной оплатой за летный час)

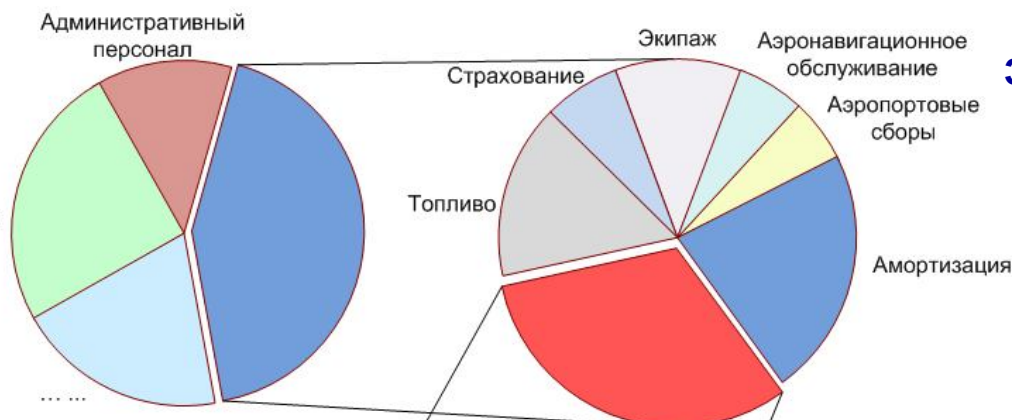


Оценка зависимости «готовности» и «затрат на эксплуатацию» для предоставления гарантий при заключении контрактов на послепродажное обслуживание

# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Основные показатели затрат

**Стоимость владения**  
**Cost of Ownership (COO)**



**Прямые эксплуатационные расходы**  
**Direct Operating Costs (DOC)**

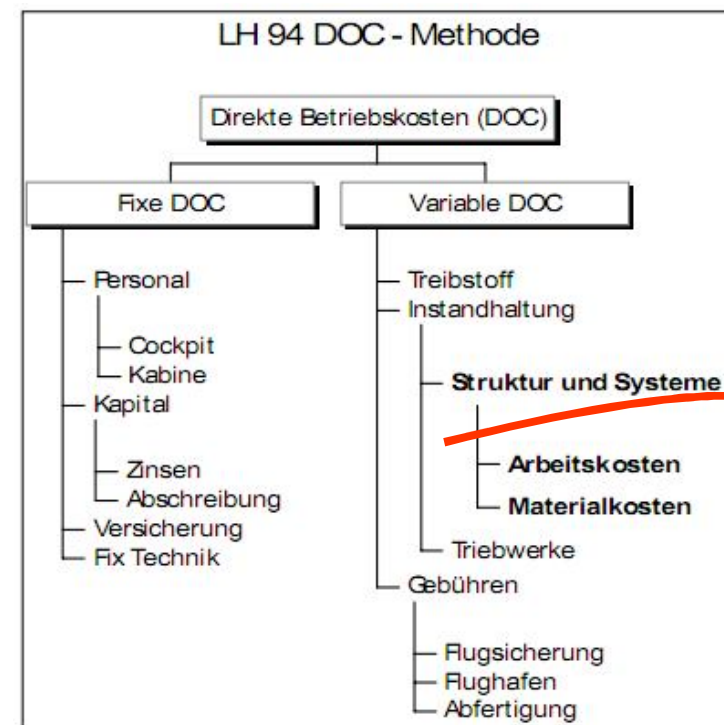
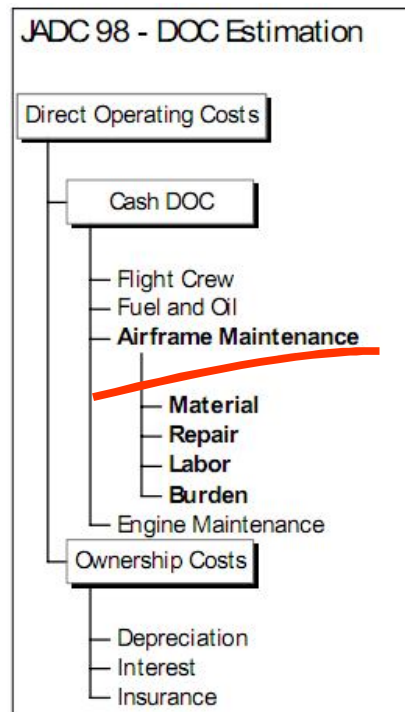
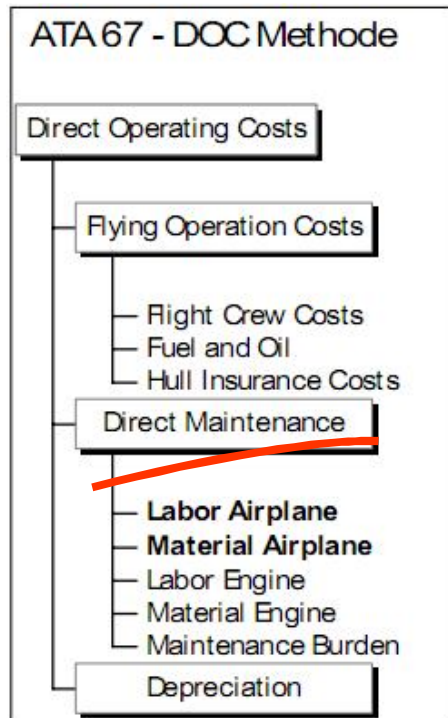
**Прямые затраты на ТО**  
**Direct Maintenance Costs (DMC)**





# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

Существующие подходы к учету различных видов затрат в показателях



# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

**Затраты на техническое обслуживание:  $MC = DMC + IMC$**

## DMC - Прямые (к ТО воздушного судна):



- Затраты на труд при проведении планового ТО
- Затраты на запасные части для замены изделий, выработавших свой ресурс
- Затраты на расходные материалы
- Затраты на труд при поиске и устранении неисправностей
- Затраты на запасные части для устранения отказов
- Затраты на эксплуатацию вспомогательного оборудования и инструмента (СНО) за расчетный период

## IMC - Косвенные (к ТО воздушного судна):



- Затраты на формирование и поддержание обменных фондов запасных частей
- Затраты приобретение вспомогательного оборудования и инструмента
- Затраты на контрольно-проверочную аппаратуру
- Затраты на обучение/переобучение персонала и т.п.

# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Основные исходные данные для расчета DMC (1) – проект АЛП

LSA project

Identification Use scenario Mission phases Standard maintenance periods Required characteristics

Scenario name: Basic scenario

Scenario description: Basic scenario

Descriptions in foreign languages...

Total Final Items supported: 1

Initial provisioning period, months: 12

Calculate: Average operating time per year

Annual number of missions: 200

Flight days:

Daily number of missions: 1

Annual number of flight days: 200

Stage I (months): 5

Stage II (months): 10

Stage III (months): 12

Staged initial provisioning period

Provisioning and DMC parameters calculation period:

Equals FI life limit

Calculation period in years: 10

Calculation period in flight hours: 2000

Theatre of operation: M : Middle East

Calculation of quantity of replacements/element repairs: By mean time between

Cost of 1 m3 of inventory storage space per year: 0 < not set >

Operating time:

Annual ...	UoM for operating time	Average per year	Average per mission
<input checked="" type="checkbox"/>	H : flight hours	200	1

OK Cancel

Количество  
ВС

Расчетный  
период

Количество  
полетов в год

Количество  
летных дней в  
году

Ср.наработка  
в год

# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Основные исходные данные для расчета ДМС (2) - ЛСИ

Элементы ЛСИ с признаком «рек. в качестве з/ч»

MTBF или MTBUR

Обозначение	Наименование	Производитель	Кол-во в системе, шт	Ремонтопригодное	Назн./межрем.ресурс,летние часы	Расч. потребность в з/ч на 15 ...	Рек.объем нач.запаса	Рек.объем мин.запаса	Рек.объем партии поставки
15-5303-10-6	Диафрагма гидроаккумуля...		3	нет	20000	46	5		
29-NA-01	Гидроаккумулятор		3	да	30000 / 2000		5		
8A-5302-00	Гидробак	ORG002 :: OA...	2	нет	12000	15	2	1	2
8Д2.966.017-2	Фильтр	ORG043 :: ФГУ...	2	нет	2000	474	19	7	19
ГА-74М/5	Распределитель	ORG044 :: OA...	2	нет	30000	9	2	1	2
НШ-39М	Насос шестеренчатый	ORG040 :: OA...	2	да	12000 / 2000	40	4		
OK-10A	Клапан обратный	ORG043 :: ФГУ...	4	нет	30000	13	2	1	2
ФГ-11БН	Фильтр	ORG043 :: ФГУ...		нет	2000	1070	67	21	67

Кол-во в системе

Ремонто-пригодность

Назначенный и межремонтный ресурс

# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Основные исходные данные для расчета DMC (3) – параметры поставки компонентов

Parameter | Delivery 1

Supply parameters by default	Yes
Apply for LSA project	
Price	
Vendor	HAL : Hindust
The contract has been concluded	Yes
Unit of Issue	ten
Quantity of units of measurement in a unit of issue (pcs)	10
Unit of issue price	
Price type	available on q
Price validity period (from)	
Price validity period (to)	
Packed weight (kg)	10
Packed length (m)	10
Packed width (m)	10
Height in pack (m)	10
Quantity in the standard pack (pcs)	1
Container category	non-expendat
Requirements for packing	
Delivery lot quantity (from, pcs)	12
Delivery lot quantity (to, pcs)	45
Delivery term (months)	20
Time between orders	10
Shipping cost	
Storage period	non deteriorat
Extendability of shelf life	Yes
Special storage conditions	Yes

Repairability: < value not specified > Show: All

OK Cancel

P030 Relay box; aircraft system No.1

Применяемость для проекта АЛП

Цена

Стоимость ремонта (как доля от цены нового)

Длительность ремонта (для ремонтно-пригодных)



# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Основные исходные данные для расчета ДМС (4) – задачи и процедуры ТО

Мат. ресурсы задач ТО

Трудоемкость задач ТО по системам

Обозначение	Наименование	Ср. трудоемкость	...
12-31-00-801	Возврат самолета в эксплуатацию после его нахождения в услов...	6.75	1
12-32-49-280-801	Отбор пробы масла ВСУ	5.55	1
12-31-38-660-801	Особенности обслуживания системы водоснабжения и удалени...	4.8	1
12-31-71-660-801	Особенности обслуживания маршевой силовой установки при ...	4.8	1
12-13-79-170-801	Промывка масляной системы двигателя	4.2	1
12-13-79-600-803	Слив масла из маслобака	4.2	1
12-13-79-600-804	Слив масла из коробки приводов двигателя	4.2	1
12-13-49-610-801	Заправка маслом ВСУ	4.05	1
12-31-12-660-802	Противообледенительная обработка самолёта	28	1
12-23-01-100-801	Наружная очистка	242.55	1
12-00-00-480-801	Установка страховочного троса на поверхности крыла	20	1
12-13-49-680-801	Слив масла из ВСУ	2.55	1
12-13-79-200-801	Проверка уровня масла маслобака двигателя	2.55	1

Обозначение	Наименование	Тип	Периодичность
Ф-1	Периодическое обслуживание чер...	Плановое ТО п...	50 часы работы
Ф-4	Периодическое обслуживание чер...	Плановое ТО п...	500 часы работы
Ф-2	Периодическое обслуживание чер...	Плановое ТО п...	100 часы работы
СВ-1	Обслуживание перет вылетов	Оперативное ТО	Перед полетом
Б	Оперативное ТО через 25 часов	Плановое ТО п...	25 часы работы

Периодичность выполнения процедур планового ТО

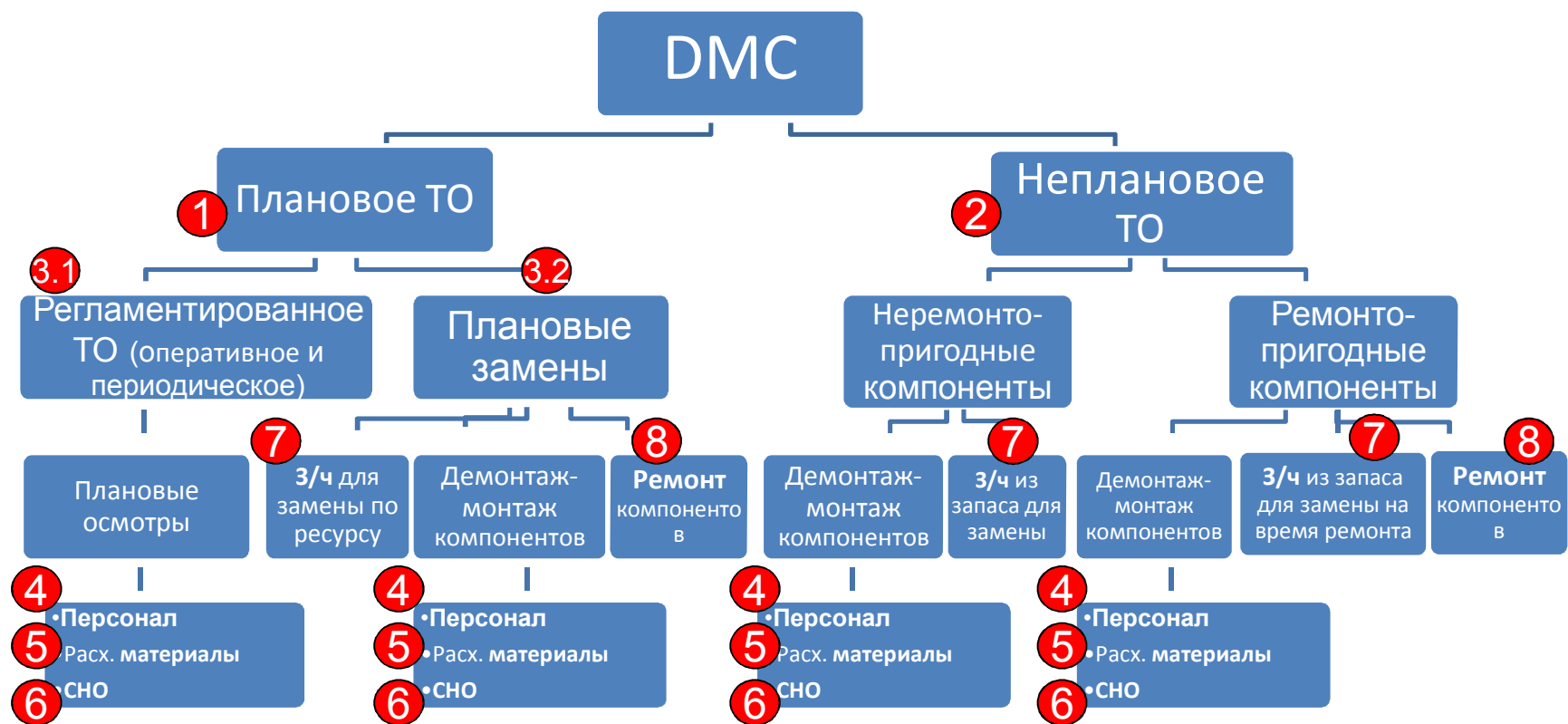
# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Модель расчета затрат на замены и ремонт



# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Структура прямых затрат на эксплуатацию (DMS)



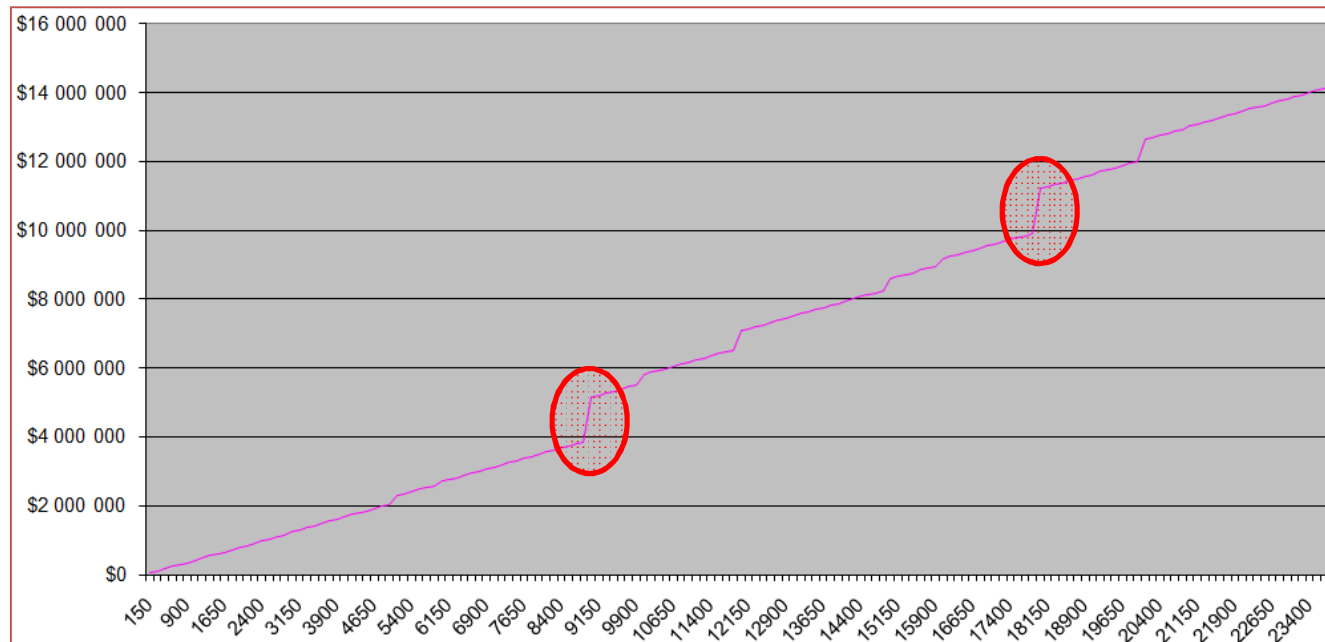
1	Тип обслуживания/ Категория затрат	4	5	6	7	8	ИТОГО на весь	ИТОГО на 1 ВС	Доля затрат (%)
1	Плановое ТО	10 576 434	365 387	0	14 780 541	12 216 432	37 938 794	12 646 265	31.47%
	3.1 Регламентированное ТО	10 461 162	359 926	0			10 821 088	3 607 029	8.98%
	3.2 Плановые замены	115 272	5 461	0	14 780 541	12 216 432	27 117 707	9 039 236	22.50%
2	Неплановое ТО	497 436	14 820	0	14 739 078	67 354 770	82 606 103	27 535 368	68.53%
	<b>ИТОГО на весь парк:</b>	<b>11 073 870</b>	<b>380 207</b>	<b>0</b>	<b>29 519 619</b>	<b>79 571 202</b>	<b>120 544 897</b>		
	<b>Итого на 1 ВС:</b>	<b>3 691 290</b>	<b>126 736</b>	<b>0</b>	<b>9 839 873</b>	<b>26 523 734</b>		<b>40 181 632</b>	
	<b>Доля затрат (%):</b>	<b>9.19%</b>	<b>0.32%</b>	<b>0.00%</b>	<b>24.49%</b>	<b>66.01%</b>			



# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Пример анализа структуры затрат на этапе проектирования (1)

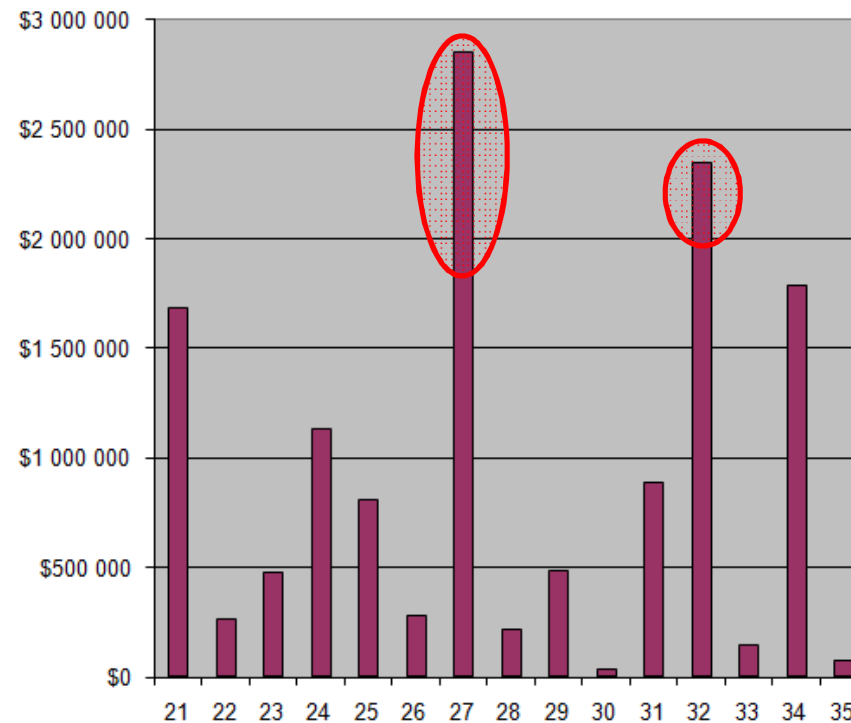
Диаграммы роста суммарных расходов позволяют выявить периоды значительного роста затрат на техническую эксплуатацию (связанных, например, с одновременным окончанием срока службы комплектующих и выполнением трудоемкой формы обслуживания).



# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Пример анализа структуры затрат на этапе проектирования (2)

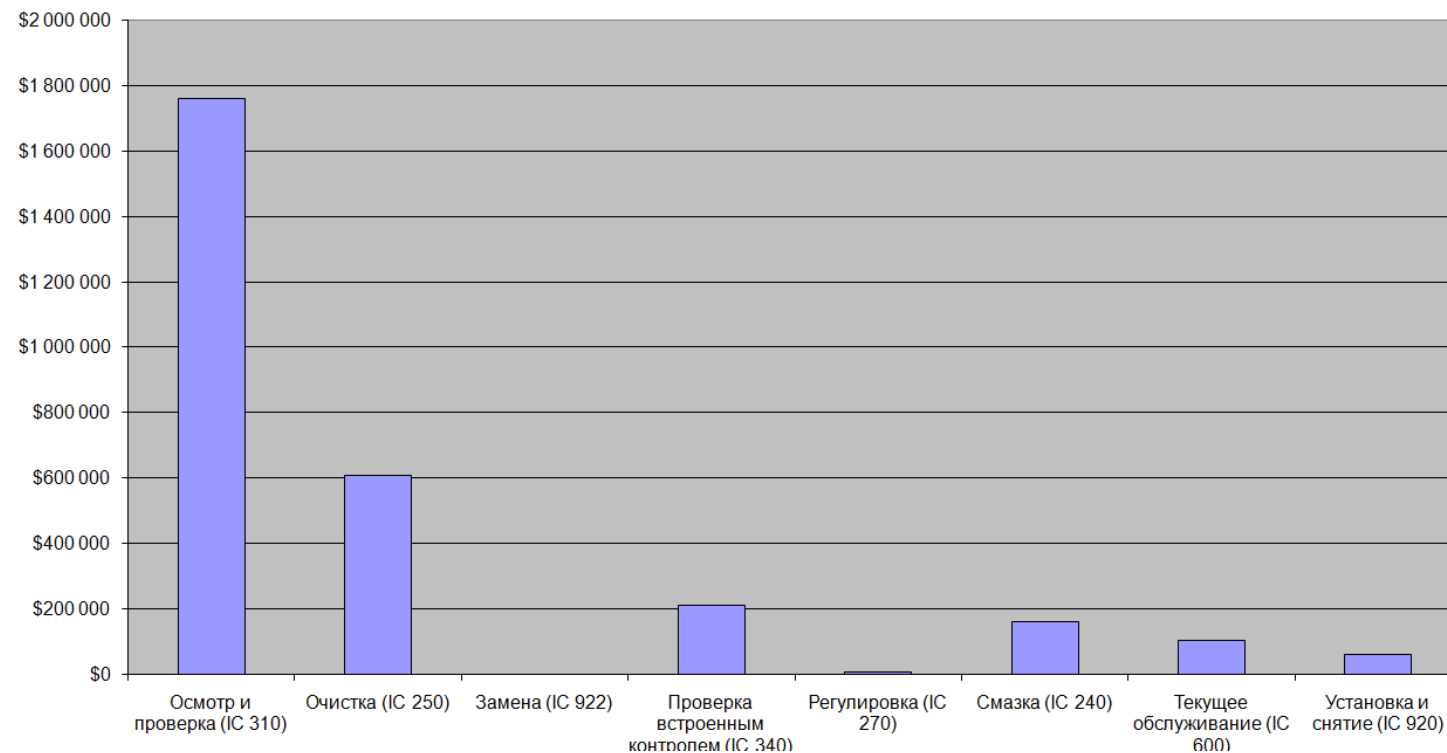
Отчет о распределении затрат по системам воздушного судна позволяет выявить, оборудование какой системы вносит наибольший вклад в стоимость планового или непланового технического обслуживания



# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Пример анализа структуры затрат на этапе проектирования (3)

Отчет о распределении трудоемкости по видам работ позволяет выявить наиболее трудоемкие виды обслуживания и включить в состав СНО необходимое оборудование



# Расчет затрат, связанных с обслуживанием

## Пример анализа структуры затрат на этапе проектирования (4)

Сравнительный анализ результатов расчета для модернизированного ВС и базовой модели позволяет оценить экономическую эффективность и целесообразность модернизации отдельных систем

