

УДК 629.7.052; 629.7.062.2

## ЛОГИКА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ MSG-3

И.В. СПИЧЕНКО

Статья представлена доктором технических наук, профессором Логвиным А.И.

В данной работе рассматривается вопрос технического обслуживания и ремонта (ТОиР) авиационной техники (АТ) на основе технологии MSG.

**Ключевые слова:** MSG, ТОиР, логический анализ, функционально значимый элемент.

### 1. Необходимость создания усовершенствованной системы ТОиР

В настоящее время стоит необходимость создания отечественной конкурентоспособной системы ТОиР для воздушных судов (ВС) последнего поколения с учетом западного опыта в данном направлении. Вызвано это тем, что при разнообразии методик подбора ТОиР нет единых методических и нормативных документов по формированию режимов ТОиР ВС. Разработки базируются на методиках авиационных научно-исследовательских институтов и ОКБ – разработчиков ВС, что приводит к различным результатам по типам ВС ГА и различной трактовке этих результатов, вызывающей существенные трудности при сертификации ВС и поддержании лётной годности ВС в эксплуатации. Выбор работ производится без учёта их влияния на состояние ВС в целом, а периодичность формируется по последствиям отказа на безопасность полётов без учёта других факторов. Как следствие, невозможность подобрать оптимизированную стратегию и режим ТОиР для конкретного эксплуатанта, работающего в конкретных условиях.

Необходимо заметить, что формирование режимов ТОиР зарубежных типов ВС основывается на последовательном выпуске нормативных документов типа MSG, которые основаны на логическом анализе выбора работ ТОиР функциональных систем ВС, учитывающих структуру и состав этих систем, включая подсистемы. Опыт применения документов MSG показывает, что логика выбора работ ТОиР АТ в основном базируется на опыте эксплуатации ВС, аналогичных новым типам ВС, и изделий, соответствующих их комплектации.

Логический анализ MSG проводится методом оценки возможных последствий функциональных отказов. Эти отказы классифицируются на несколько групп, проводится анализ применимости и необходимости проведения профилактических работ по ТОиР. Классификация устанавливает подкатегории функционально значимых элементов (ФЗЭ), а также уровень влияния этих элементов на безопасность и, как следствие, на экономичность и регулярность полётов.

За период эволюции программ MSG были созданы:

- раздел классификации структурно значимых компонентов (SSI);
- методология формирования программы предупреждения и контроля уровня коррозии планера (СРСР);
- правила и процедуры определения требований к плановому ТО конструкций из композитных материалов;
- совершенствование перечня и описания видов работ, которые могут быть проведены на ВС;
- раздел по защите от ударов молнии и воздействия электромагнитных полей высокой интенсивности;

– расширен и уточнен процесс выбора функционально значимых элементов MSI (Maintenance Significant Item)..

## 2. Логика работы MSG-3

Логика MSG-3 представляет собой философию анализа «сверху вниз» (рис. 1) для определения подходящего метода ТО для каждого важного объекта, что еще не имело практики в эксплуатации отечественных воздушных судов. Сначала формируется первоначальный список функционально значимых элементов MSI.



Рис. 1. Философия анализа MSG-3 «сверху-вниз»

Функционально значимые элементы MSI выбираются на самом верхнем уровне без рассмотрения отдельных агрегатов подсистемы. Спуск до уровня агрегата (низший уровень) имеет место только в случае, если не удалось с помощью анализа подобрать подходящие работы по ТО для подсистемы.

Применение данной системы стало возможно при высокой степени дублируемости и живучести систем, способных заменять друг друга при необходимости. Именно поэтому отказ не является критическим для ВС. Учитывая избыточность функциональных элементов, заложенную разработчиком ВС, анализ MSG-3 от систем к (при необходимости) отдельным компонентам позволяет уменьшить количество некритичных работ по ТО.

Далее каждый потенциально важный для ТО объект MSI подвергается предварительному анализу, и определяется его влияние на:

- безопасность полетов;
- эксплуатацию;
- экономичность полетов.

Если объект не влияет ни на один из перечисленных пунктов, то он исключается из списка важных для ТО. Работы по ТО для этого объекта не требуются.

Каждый из оставшихся объектов анализируется на 1 этапе и относится к одной из следующих категорий:

- явный – небезопасный;
- явный – эксплуатационный;
- явный – неэкономичный;
- скрытый – небезопасный;
- скрытый – безопасный.

Далее проходит анализ на 2 этапе, где определяется, желательны или необходимы для объекта работы по ТО. Если ответ положительный, то выбирается метод ТО из списка:

- утилизация (DS: Discard);
- проверка работоспособности (качественная) (OP: Operational check);
- обслуживание (SV: Servicing);
- восстановление (RS: Restore);

- проверка функционирования (FC: Functional Check/ IN: Inspection);
- профилактика (LU: Lubrication).

Если отказ функционально важного элемента MSI может повлиять на безопасность полета, или в случае если какие-то функции изделия являются скрытыми, и их отказ не будет очевиден экипажу либо персоналу по ТОиР, то необходимо для него назначить работы по ТО, которые могут проводиться:

- по ресурсу (Hard time), задается ограничение по летным часам, посадкам или календарному времени; обычно требуется снятие с ВС;
- по состоянию (On condition), задается ограничение по летным часам, посадкам или календарному времени; снятие с ВС требуется только в случае обнаружения неисправности.

Выбор интервала проведения работ по ТО основан на опыте эксплуатации похожего оборудования и на анализе статистических данных об отказах, собираемых эксплуатантами данного оборудования, согласно протоколу обмена данными эксплуатант – производитель. Если отказ изделия не влияет на безопасность полетов и не имеет скрытых от экипажа и технического персонала функций, планового ТО для изделия не предусматривается, и изделие классифицируется как эксплуатируемое с контролем уровня надежности «Condition Monitored», то в этом случае состояние изделия будет контролироваться программой надежности.

### 3. Пример работы программы с логикой MSG-3

Необходимо логически выявить влияние данного функционального элемента MSI на безопасность полетов, а также очевидность проявления признаков отказа для экипажа во время выполнения полетного задания (рис. 2).

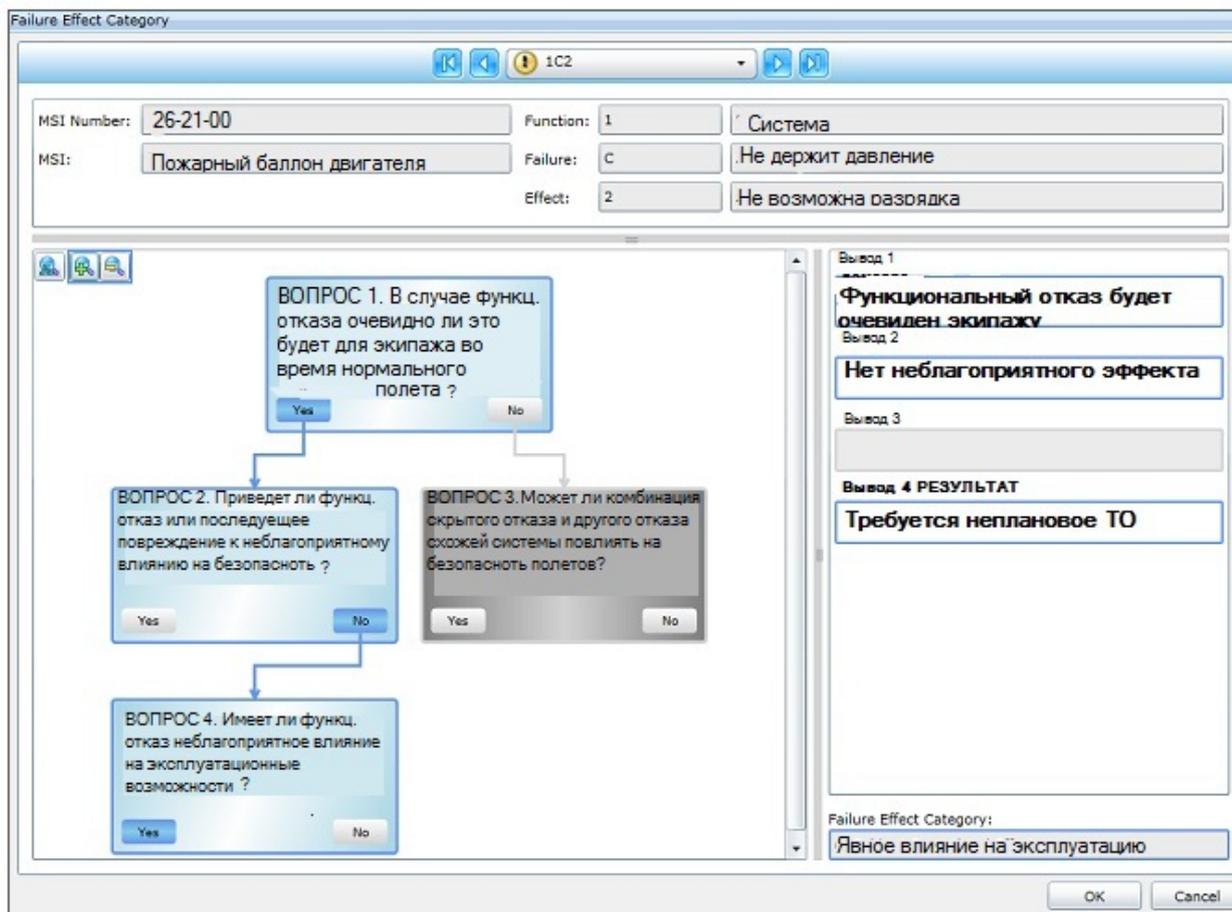


Рис. 2. Логика выявления MSI и его влияния на безопасность

На примере пожарного баллона двигателя:

Вопрос 1. В случае функционального отказа очевидно ли это будет для экипажа по средствам удаленной сигнализации на электронной панели в кабине? Утвердительно.

Вопрос 2. Приведет ли функциональный отказ или последующее повреждение из-за функционального отказа к неблагоприятному влиянию на эксплуатационную безопасность? Отрицательно.

Вопрос 3. Имеет ли функциональный отказ неблагоприятное влияние на эксплуатационные возможности? Утвердительно.

Вопрос 4. Может ли комбинация скрытого функционального отказа и функционального отказа родственной системы привести к значительному вредоносному влиянию на безопасность? Отрицательно.

Вывод: функциональный отказ будет:

- очевиден экипажу;
- влиять на эксплуатационные возможности;
- требовать непланового технического обслуживания.

Таким образом, использование опыта MSG требует разработки условий и ограничений для подбора аналогов объектов ТОиР и процессов технической эксплуатации, выбора и обоснования моделей и логических процедур формирования режимов ТОиР АТ с применением методов математической статистики и теории надёжности по всем этапам разработки режимов ТОиР ВС от постановки задач до организации внедрения результатов с их проверкой в реальных условиях эксплуатации ВС в конкретных авиакомпаниях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **ГОСТ 18322-78.** Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. М.: Стандартиздат, 1978. 21 с.
2. **Далецкий С.В., Деркач О.Я., Петров А.Н.** Эффективность технической эксплуатации самолетов гражданской авиации. М.: Воздушный транспорт, 2002. 216 с.
3. **Adams Sh.** Aviation Maintenance. Understanding MSG-3. *Aviation Maintenance magazine*. 2009. Pp. 33-41.
4. **Hessburg J.** *Air carrier MRO handbook: maintenance, repair, and overhaul*. McGraw-Hill Professional, 2001. 210 p.

#### LOGIC OF BUILDING THE AIRCRAFT MAINTENANCE SYSTEM BASED ON EXPERIENCE OF MSG-3

Spichenko I.V.

This article discusses identifying logic of building the aircraft maintenance system based on experience of MSG-3.

**Keywords:** MSG, aircraft maintenance, logic analysis, maintenance significant item.

#### REFERENCES

1. **GOST 18322-78.** *Sistema tekhnicheskogo obsluzivaniya i remonta tekhniki*. М.: Standartizdat. 1978. 21 p. (In Russian).
2. **Daletski S.V., Derkach O.Ja., Petrov A.N.** *Effektivnost tekhnicheskoy ekspluatatsii samoletov grazhdanskoj aviatcii*. М.: Vozdushnyj Transport. 2002. 216 p. (In Russian).
3. **Adams Sh.** Aviation Maintenance. Understanding MSG-3. *Aviation Maintenance magazine*. 2009. Pp. 33-41.
4. **Hessburg J.** *Air carrier MRO handbook: maintenance, repair and overhaul*. McGraw-Hill Professional. 2001. 210 p.

#### Сведения об авторе

**Спиченко Игорь Валерьевич**, 1989 г.р., окончил МГТУ ГА (2012), аспирант МГТУ ГА, автор 3 научных работ, область научных интересов – техническая эксплуатация авиационного электрооборудования, надежность авиационного электрооборудования.