

УДК 378.046.2

## РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВА ПО ОБУЧЕНИЮ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА: АНАЛИЗ ЗАДАЧ ОБУЧЕНИЯ\*

А.Н. АКИМОВ, С.В. ПУШКОВ

Рассмотрена методология разработки и построения руководства по обучению технического персонала основного учебного пособия, используемого в учебных курсах при переучивании инженерно-технического персонала на новый тип авиационной техники. В статье рассмотрена методика анализа потребности обучения, используемая при разработке данного руководства.

**Ключевые слова:** обучение технического персонала.

### Введение

Руководство по обучению (далее Руководство) является основным учебным пособием, определяющим содержание учебных курсов для технического персонала по конструкции планера, самолётным системам, силовой установке и авионике.

Разработка Руководства базируется:

- на требованиях Российских авиационных властей (ФАП «Сертификация АУЦ», ФАП 145);
- на требованиях стандартов EASA/ATA (Part 66, Part 147, ATA 104, ATA 2200);
- на результатах MSG-3 анализа;
- на требованиях заказчиков.

Руководство предназначено для обучения технического персонала категории В1 (техник-механик), категории В2 (техник-авионик) и может использоваться для подготовки технического персонала категории А (механик линейного ТО) и инженерного состава категории С (инженер по базовому ТО).

Содержание Руководства по соответствующему курсу определяется требованиями вышперечисленных документов относительно перечня рассматриваемых тем (самолётных систем) и уровнями обучения по данным темам для каждой категории обучаемых (В1, В2 и С).

Три базовых уровня обучения определяют «глубину» обучения и уровень знаний, который должен быть достигнут. Содержание уровней включает:

Уровень 1. Краткий обзор по плану ВС, системам, силовой установке.

Уровень 2. Обзор основных систем, описание органов управления, индикаторов и основных компонентов, включая их расположение, назначение, обслуживание и поиск незначительных неисправностей.

Уровень 3. Подробное описание конструкции систем и компонентов, их работы, процедуры диагностирования с использованием систем встроенного контроля и выявления неисправностей.

Основными источниками исходных данных при разработке Руководства по обучению являются:

- руководство по технической эксплуатации самолёта;
- руководство по лётной эксплуатации самолёта;
- валидированная конструкторская документация и др.

Весь процесс разработки представляет последовательность процедур, которые необходимо реализовать при создании Руководства, отвечающих требованиям Российских авиационных властей и Европейской авиационной администрации - EASA и гарантирующих, что инженерно-

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-08-05424.

технический персонал получит знания, необходимые для успешного выполнения работ по техническому обслуживанию самолёта.

Основные этапы процесса разработки Руководства представлены на рис. 1.



**Рис. 1.** Этапы разработки руководства по обучению

В данной статье рассматриваются первые четыре этапа. основополагающим моментом разработки является анализ задач обучения. Именно он определяет, чему учить и с какой степенью детализации (уровень обучения), что особенно важно для вновь создаваемого самолета.

## 1. Формирование перечня компонентов рассматриваемой системы

Целью первого этапа процесса разработки Руководства является формирование полного перечня компонентов. В перечень должны быть включены все компоненты, входящие в самолётную систему, подсистему, под-подсистему. Данный перечень является основой для проведения функционального анализа компонентов.

Формирование перечня компонентов должно начинаться на ранних этапах проектирования самолёта, несмотря на то, что первоначальный состав самолётной системы, нумерация компонентов и другая информация, как правило, не будет соответствовать окончательному состоянию системы. Данный перечень по мере уточнения данных с определённой периодичностью будет дополняться и обновляться. Перечень компонентов представляется в виде таблицы.

Таблица включает следующую информацию по компоненту:

- номер системы, подсистемы, компонента по ATA;
- серийный номер компонента;
- чертежный номер компонента;
- наименование компонента, системы, подсистемы;
- отношение компонента к LRU (LRU – Line replaceable unit);
- среднюю наработку на неплановый съём компонента (MTBUR);
- среднюю наработку на подтверждённый отказ компонента (MTBF);
- вес компонента.

Наименование системы, подсистемы, компонентов, в зависимости от поставщиков систем, может представляться в таблице на английском языке, после названия на русском языке, в скобках.

## 2. Формирование перечня задач ТО рассматриваемой системы

Целью второго этапа является формирование полного перечня задач технического обслуживания (ТО) по данной системе. В перечень должны быть включены все задачи планового ТО (осмотры, проверки, тесты и др.) и внепланового ТО (замены компонентов, внеплановые осмотры и др.). Данный перечень является основой для проведения функционального анализа задач ТО.

Формирование перечня задач должно начинаться одновременно с формированием перечня компонентов. Как и перечень компонентов, перечень задач ТО по мере получения новых данных должен дополняться и обновляться.

Перечень задач представляется в виде таблицы, которая включает следующую информацию по задачам:

- номер системы, подсистемы, компонента;
- номер задачи;
- название задачи.

При необходимости название задач ТО на английском языке представляется в скобках.

## 3. Проведение анализа компонентов и задач ТО

Каждый компонент и каждая задача ТО, включенные в перечни, должны быть проанализированы на предмет потребности обучения. Результат анализа позволит определить, каким задачам и компонентам необходимо обучать, чтобы потребность обучения была выполнена.

Каждый компонент системы и каждая задача ТО анализируются индивидуально по соответствующим критериям.

### 3.1. Критерии для анализа компонентов

Таблица компонентов включает 11 критериев:

1. Меры безопасности при работе с компонентом.

Оценивает возможную опасность для персонала при обращении с материалом, из которого сделан компонент, при контакте с жидкостями, способными нанести вред здоровью персонала или окружающей среде, при контакте с источниками энергии большой мощности.

2. Человеческий фактор.

Оценивает наличие мероприятий, выполненных с целью уменьшения отрицательного влияния человеческого фактора. Данные мероприятия включают конструктивные мероприятия, защищающие от неправильного обращения или проверки, гарантирующие правильное обращение.

3. Особенности.

Оценивает наличие специфических особенностей компонента, приводящих к особенностям в его ТО.

4. Специальное техническое обслуживание.

Оценивает наличие особенностей при выполнении ТО на компоненте.

5. Специальный инструмент.

Оценивает необходимость использования специального инструмента для работы с компонентом.

6. Особое обращение с компонентом.

Оценивает особенности обращения с компонентом, вызванные его специальным покрытием, материалом изготовления, чистотой обработки поверхностей и др.

7. Обслуживание.

Оценивает необходимость проведения обслуживания компонента.

8. Осмотры.

Оценивает необходимость проведения осмотров компонента (визуальных и др.).

9. Регулировка/проверка/контроль.

Оценивает необходимость проведения регулировки или проверки, связанной с компонентом после его установки или контроля его работоспособности.

10. Срок службы.

Оценивает ограничения компонента по срокам его службы (в часах налета, циклах).

11. Хранение.

Оценивает условия и правила хранения компонента.

### 3.2. Критерии для анализа задач ТО

Таблица задач включает 10 критериев, по которым проводится анализ задач ТО. Данные критерии подразделяются на 2 группы:

#### А. Группа критериев, относящаяся к персоналу

1. Меры безопасности для персонала (предупреждение).

Оценивает риски при выполнении ТО, связанные с шумом, высокими температурами, агрессивными жидкостями и т.д.

2. Новизна (новые технологии).

Оценивает возможные отличия между навыками, необходимыми для выполнения рассматриваемой задачи ТО, и текущими знаниями или подготовкой персонала.

3. Уникальная практика ТО.

Оценивает необходимость применения особых процедур ТО для выполнения рассматриваемой задачи (контроль технического состояния, поиск и устранение неисправностей и др.)

4. Потребные ноу-хау, применяемые в процедурах или при использовании инструмента.

Оценивает необходимость особых знаний и навыков, четкого понимания характеристик применяемого инструмента и материалов, хорошего понимания конкретных этапов работ и последовательности их выполнения, особых способов использования инструмента и др. при выполнении рассматриваемой задачи.

#### 5. Людские ресурсы.

Оценивает возможности человека при выполнении задачи ТО (большой вес компонента, большое время, работа двух и более человек и др.).

### **Б. Группа критериев, относящаяся к материалу и оборудованию**

#### 1. Отношение к безопасности материала (предостережение).

Оценивает риски повреждения компонента, системы при неправильном выполнении работы по ТО.

2. Критичность в отношении полётов (человеческий фактор, ошибка, не связанная с процедурой).

Оценивает возможные последствия для безопасности полета, которые может повлечь неправильное выполнение данной задачи ТО.

#### 3. Периодичность задач технического обслуживания.

Оценивает периодичность выполнения задач.

#### 4. Вероятность задач внепланового технического обслуживания.

Критерий касается задач внепланового ТО и оценивает характеристики MTBUR (MTBF) соответствующих компонентов.

#### 5. Возможность доступа к агрегату.

Оценивает лёгкость доступа к агрегату при проведении данной работы, необходимость предварительного демонтажа других агрегатов, возможности пространственного перемещения компонента и др.

### **3.3. Методика проведения анализа**

Анализ задач и компонентов проводится с использованием представленных критериев. Влияние каждого критерия оценивается по 3 значениям:

- низкое влияние – "вес" равен 0;
- среднее влияние – "вес" равен 3;
- высокое влияние – "вес" равен 9.

В таблицах компонентов и задач каждая колонка, включающая соответствующий критерий, имеет 4 дополнительные колонки (рис. 2). Первые три колонки используются для выбора влияния критерия (в соответствующей ячейке проставляется 1):

- относится – "вес" равен 9;
- может относиться – "вес" равен 3;
- не относится – "вес" равен 0.

Четвёртая колонка "Обоснование выбора" заполняется с целью отслеживания обоснованности принятых решений.

Заключительный итог анализа по каждой задаче, компоненту получается в результате суммирования по каждому из критериев и приводится в конце таблицы. Полученные значения сравниваются с заданными значениями для компонентов и задач (в данном случае, для компонентов - 33, для задач - 30). По отношению полученного значения к заданному принимается решение о необходимости обучения.

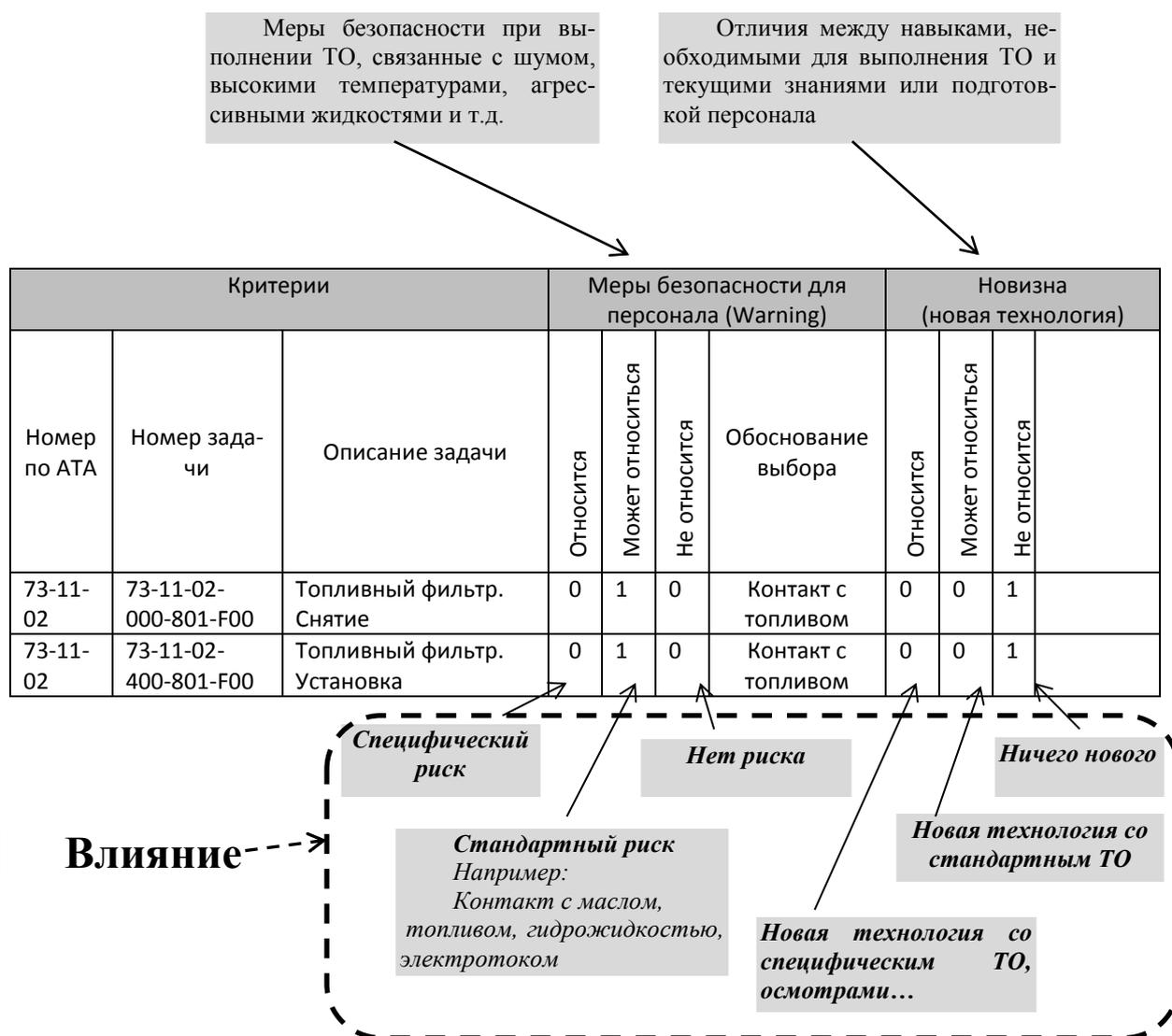


Рис. 2. Таблица потребности обучения

#### 4. Определение потребности обучения

Итогом четвертого этапа разработки Руководства является формирование таблицы потребности обучения. Данная таблица содержит информацию, касающуюся необходимости обучения по каждому компоненту/задаче.

Структура итоговой таблицы потребности обучения приведена на рис. 3. Таблица включает следующую информацию:

1. ATA № – номер системы, подсистемы, компонента по ATA.
2. Наименование – наименование компонента, системы и соответствующих данным системам и компонентам задач ТО.
3. LRU – Отношение компонента к LRU.  
Приводится информация по отношению компонента к LRU.
4. Результаты анализа компонентов и задач (TNA).  
Приводятся результаты анализа задач и компонентов.
5. Требования властей.  
Наличие требований авиационных властей к изучению конкретной системы (Да/Нет).

## 6. Потребность обучения (итог).

Приводится итоговый результат о потребности обучения, являющийся формальным сложением результатов представленных в колонках, поз. 3, 4 и 5.

## 7. Решение об обучении

Автором анализа принимается окончательное решение (Да/Нет) о необходимости обучения. Окончательное решение принимается с учетом имеющегося опыта преподавания.

## 8. Комментарии.

Приводятся комментарии к принятым решениям.

ATA №	Наименование	Отношение к LRU	Результаты анализа (TNA)	Требования властей	Потребность обучения (итог)	Решение об обучении	Комментарии
1	2	3	4	5	6	7	8
24-00-00	Глава 24 – Система электроснабжения	----	----	Да	Да	Да	
24-11-11	Генератор	Да	39 (Да)	НЕТ	Да	Да	
24-11-11	Снятие генератора	----	40 (Да)	НЕТ	Да	Да	
24-11-11	Установка генератора	----	50 (Да)	НЕТ	Да	Да	

Рис. 3. Итоговая таблица потребности обучения

Результат представленный в колонке «Потребность обучения (итог)» определяет, необходимо или нет обучение в зависимости от:

- отношения компонента к LRU (поз. 3);
- результата анализа компонентов (поз. 4);
- требований авиационных властей (поз. 5).

При этом, решение о необходимости обучения по компоненту ("Да") принимается если результат в колонке "Результат анализа (TNA)" (поз. 4):

- более 33 – обучение необходимо в полном объеме (уровень 3);
- менее 33, но компонент относится к LRU – по компоненту возможно минимальное обучение, включающее назначение, идентификацию, расположение компонента (уровень 1);
- менее 33, компонент не является LRU, но имеется задача ТО по данному компоненту, по которой необходимо обучение (результат более 30 (поз. 4)) – по данному компоненту необходимо предоставить минимальное обучение на уровне LRU (уровень 1);
- по компоненту и задаче менее 33 и 30 соответственно, компонент не является LRU – обучение по компоненту не проводится ("Нет" в колонке б).

Как правило, полученное решение должно уточняться в соответствии со специфическими требованиями властей и опытом преподавания. Для этих целей в таблице предусмотрена колонка "Решение об обучении" (поз. 7), которая уточняет колонку поз. 6 исходя из следующего:

- компонент может не иметь «автоматизированной» потребности обучения – в графе б "Потребность обучения (итог)" стоит "Нет" (компонент не является LRU, итоговое значение ниже установленного порога и отсутствие требования властей для самого компонента). Однако

с педагогической точки зрения данный компонент может быть полезно включить в обучение при объяснении системы или модуля, на которые оказывает влияние требование властей.

–основной анализ, выполняемый по индивидуальной задаче, не демонстрирует частоту снятия и установки компонента. Анализ лишь показывает возможную частоту выполнения задачи. Если компонент задействован в нескольких задачах, возможность снятия и установки изделия может значительно возрастать. Это может привести к потребности проведения специального обучения.

Комментарии к итоговому решению приводятся в колонке "Комментарии".

Все рассмотренные выше результаты должны быть доступны для всех участников анализа.

Информация должна уточняться на протяжении всего времени разработки по мере поступления более точной информации по самолёту.

## DEVELOPMENT OF THE TRAINING MANUAL FOR TECHNICIANS: TRAINING NEED ANALYSIS

Akimov A.N., Pushkov S.V.

The methodology of development and construction of the Training Manual for maintenance personnel is considered. Training Manual is the basic Manual used in the Type Rating Training courses. The use of Training Need Analysis (TNA) technique is also considered in the article.

**Keywords:** maintenance personnel training.

### Сведения об авторах

**Акимов Александр Николаевич**, 1952 г.р., окончил ВВИА им. Жуковского (1981), доктор технических наук, профессор кафедры безопасности полетов и моделирования авиационных комплексов МГТУ ГА, начальник НИО технических средств обучения ЗАО "Гражданские самолеты Сухого", автор 87 научных работ, область научных интересов – методы моделирования и управления техническими системами.

**Пушков Сергей Викторович**, 1956 г.р., окончил ВВИА им. Жуковского (1984), кандидат технических наук, начальник департамента технических средств обучения ЗАО "Гражданские самолеты Сухого", автор 29 научных работ, область научных интересов – математическое моделирование и исследование аэродинамических характеристик летательных аппаратов.