

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

**САМАРА 2002**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

**Методические указания к индивидуальным занятиям**

**САМАРА 2002**

Составитель: И.М. Макаровский

УДК 629.7. 017 ( 07 )

**Технологические процессы технического обслуживания авиационной техники:** Методические указания к индивидуальным занятиям / Самарский государственный аэрокосмический ун-т. Сост. И.М. Макаровский. Самара 2002. 28 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Технологические процессы технического обслуживания авиационной техники», читаемого студентам пятого курса специальности 130 300.

Сборник содержит четыре индивидуальных занятия, каждое из которых рассчитано на выполнение в течении двух учебных часов. Подготовлены на кафедре ЭЛАиД.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва

Рецензент В.Н. Шубин

## СОДЕРЖАНИЕ

<b><u>Индивидуальное занятие № 1</u></b> Построение рациональных во времени технологических процессов технического обслуживания авиационной техники.....	4
<b><u>Индивидуальное занятие № 2</u></b> Построение рациональных по технологической оснащённости технологических процессов технического обслуживания авиационной техники.....	10
<b><u>Индивидуальное занятие № 3</u></b> Сбор, обработка и использование данных о надёжности авиационной техники.....	16
<b><u>Индивидуальное занятие № 4</u></b> Организация и разработка документации по проведению разовых осмотров авиационной техники.....	22
Список литературы.....	28

## **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

### **ПОСТРОЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВО ВРЕМЕНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

#### **1. Цель занятия.**

Ознакомление с методом построения рациональных во времени технологических процессов ( ТП ) технического обслуживания (ТО ) авиационной техники (АТ ); приобретение навыков построения рациональных во времени технологических графиков (ТГ).

#### **2. Порядок проведения занятия.**

1. Ознакомиться с методом построения рациональных во времени ТП.
2. Ознакомиться с методом построения рациональных во времени линейных ТГ.
3. Построить рациональный во времени ТГ для заданного ТП.

#### **3. Построение рациональных во времени ТП.**

В условиях ограниченного резерва времени на реализацию процессов ТО, наряду с решением задач поддержания высоких уровней эксплуатационной надежности АТ, большое внимание уделяется планированию мероприятий, направленных на сокращение простоев ВС на ТО, которые во многом зависят от совершенства организации ТП.

Построение рациональных во времени ТП ведется в два этапа.

*На первом этапе*, в зависимости от заданного состава технологических операций, ограничений на последовательность их выполнения и совместимость, трудоемкостей работ, требований к квалификации и численности исполнителей строится базовая модель ТП.

*На втором этапе*, с учетом заданных условий реализации ТП (числа исполнителей) и его базовой модели, строится рациональный во времени ТГ.

Состав, трудоемкость и другие характеристики технологических операций, входящих в базовую модель ТП, определяют на основе изучения руководящей эксплуатационной документации, регламентирующей ТО заданного объекта.

При построении базовой модели ТП обычно прибегают к использованию метода сетевого планирования и управления (СПУ), который позволяет составить модель процесса и рассчитать ее временные характеристики.

На практике используют два вида ТГ: сетевые (СТГ) и линейные (ЛТГ). Основным преимуществом СТГ (рисунок 1а) является то, что он позволяет наглядно представить структуру ТП и взаимосвязь между входящими в его состав операциями. ЛТГ (рисунок 1б) отличается простотой использования, так как позволяет в любой момент времени определить какие работы должны выполняться и в какой последовательности с учетом числа исполнителей.

В основу СПУ положены два понятия: работа и событие. При этом термин "работа" может иметь несколько значений:

1. Действительная ( работа, требующая затрат труда и времени).
  2. Ожидание ( работа, требующая только затрат времени).
  3. Фиктивная ( работа, не требующая затрат ни времени ни труда).
- Последняя указывает только на возможность начала какой-либо работы.

Таблица 1 - Параметры технологического процесса ТО шасси самолёта.

Шифр работы	Трудоёмкость, чел.-час.	Число исполнителей	
		минимальное	максимальное
0,1	0,25	1	2
1,4	0,83	1	2
0,2	0,42	1	2
2,5	1,17	1	1
0,3	0,33	1	1
3,4	0,5	1	1
4,5	1,0	2	2
2,4	0,83	1	2
1,3	-	-	-
2,3	-	-	-

Всякая работа соединяет два события: начальное (предшествующее) и конечное (последующее). На СТГ события изображают кружками с их порядковым номером, а работы - стрелками, направленными от начального к конечному событию. Фиктивные работы изображают пунктирными линиями. Над стрелками указывают шифры работ.

Событие, не имеющее предшествующих работ, называется начальным, а не имеющее последующих работ - завершающим.

Последовательность работ, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ним работы, называют путем. Путь от исходного события до завершающего называется полным. Полный путь, имеющий наибольшую протяженность, называется критическим. Для любого события  $i$  можно рассчитать ранний  $t_p$  и поздний

$t_n$  сроки свершения. При этом ранний срок свершения события равен продолжительности максимального из путей от исходного события до его свершения, а поздний - разности между продолжительностью критического пути и продолжительностью максимального из путей от его свершения до завершающего события.

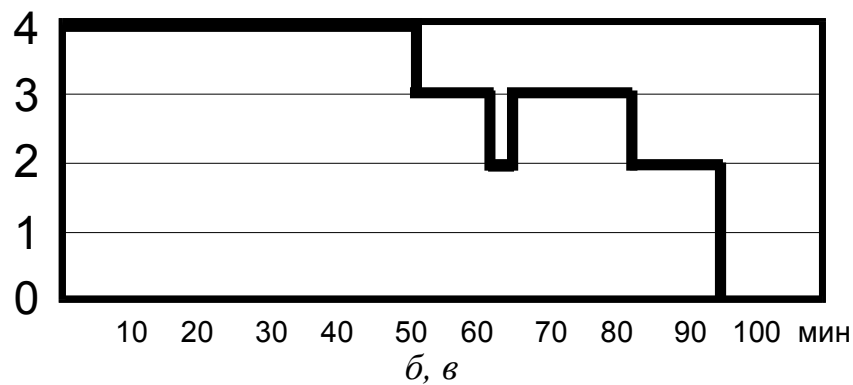
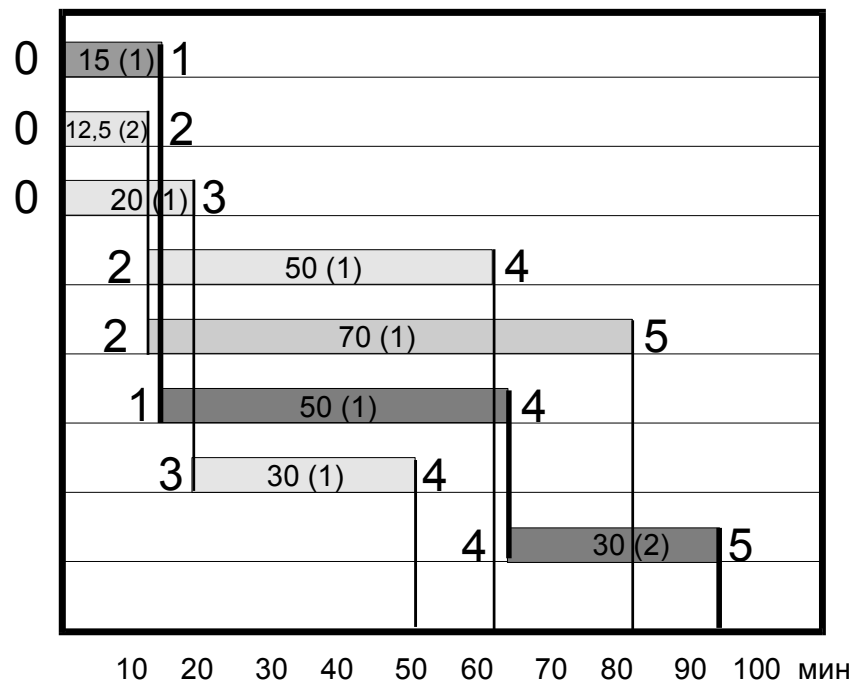
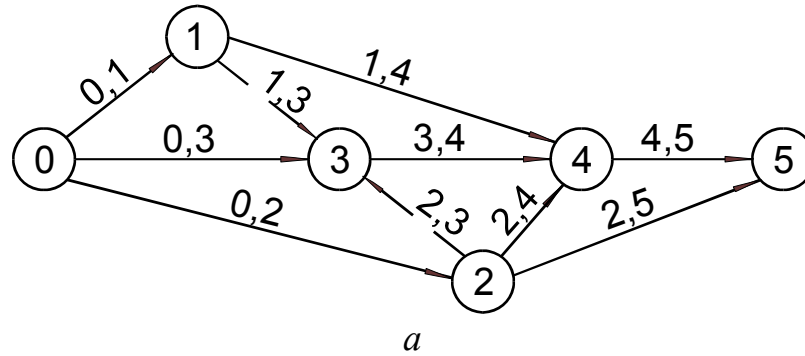


Рисунок 1. Базовый СТГ (a), рациональный во времени ЛТГ (б) и загрузка исполнителей (в) для ТП ТО шасси при N = 4.

Разность между  $t_p$  и  $t_n$  определяет резерв времени события и обозначается  $R(i)$ . События, лежащие на критическом пути, не имеют резервов, так как у них  $t_p(i) = t_n(i)$ . Полный резерв времени  $R(i, j)$  работы  $i, j$  равен разности между продолжительностью критического пути и продолжительностью максимального из полных путей, проходящих через данную работу:  $R(i, j) = t(j) - t(i) - t(i, j)$ ,

где  $t(i, j)$  - продолжительность  $i, j$  работы.

Фиктивный резерв времени работы, который обычно используется при оптимизации процессов во времени

$R_{\phi}(i, j) = t(j) - t(i) - t(i, j)$  имеют работы, непосредственно предшествующие событию, в котором пересекаются пути различной продолжительности. Он показывает, какая часть полного резерва  $R(i, j)$  может быть использована на увеличение пути от исходного события до события  $j$  при условии, что это не вызовет изменения  $t_p(j)$ .

Построение ЛТГ отличается простотой исполнения, так как единственным элементом графика являются действительные работы. Работы - полосы располагают на горизонтальных линиях (сверху вниз) в порядке возрастания номеров событий. Справа и слева от каждой полосы проставляют номера начального и конечного событий. Каждую работу располагают на отдельной горизонтали так, чтобы её начало совпадало со сроком свершения предыдущей работы. Длина полосы соответствует длительности работы. Работы - полосы, лежащие на критическом пути, выделяют штриховкой. Внутри полосы указывают время и число исполнителей (в скобках).

#### 4. Построение рациональных во времени ЛТГ

Задача построения рациональных во времени ЛТГ относится к классу задач календарного планирования. Она формируется следующим образом. Известна базовая модель ТП, представленная в виде СТТ, и её параметры (таблица 1). Требуется построить рациональный во времени ЛТГ, обеспечивающий выполнение заданного комплекса работ при известном числе исполнителей.

При построении ЛТГ учитывается специфика выполнения работ по ТО АТ:

1. Выполнение каждой работы не прерывается до её окончания;
2. Время перемещения исполнителей с одного рабочего места на другое не учитывается;
3. Каждый исполнитель имеет квалификацию достаточную для выполнения любой работы, входящей в состав ТП;
4. Фронт работ по каждой операции ограничен как сверху, так и снизу.

Решение поставленной задачи осуществляется методом подвижных фронтов, который заключается в следующем. Промежуток времени выполнения комплекса работ делим на интервалы таким образом, чтобы внутри них не начиналась и не оканчивалась ни одна работа. В начале



каждого интервала формируем определенный фронт работ, т.е. совокупность работ, технологически подготовленных к выполнению. Между этими работами распределяем свободных от работы исполнителей.

В общем случае свободных исполнителей может и не хватить для одновременного выполнения всех работ фронта, тогда часть работ, выбранных с использованием некоторых правил предпочтения и способа распределения исполнителей, сдвигаем (отсрочиваем) до момента формирования очередного фронта. Его определяем как момент окончания какой-либо работы из ранее начатых, т.е. как момент появления свободных исполнителей.

При формировании каждого фронта необходимо учитывать ограничения по предшествованию и совместимости операций, минимальному и максимальному числу исполнителей. Если хотя бы одно ограничение не выполняется, то работа подлежит сдвигу до момента формирования очередного фронта.

Процедуру формирования фронтов повторяем до тех пор, пока не будут выполнены все работы ТП.

При формировании фронтов работ действуют следующие правила предпочтения:

1. Первыми выполняют работы, имеющие меньшие резервы времени  $R$ ;
2. Из работ с одинаковыми  $R$  первыми выполняют работы меньшей продолжительности  $t$ ;
3. Из работ с одинаковыми  $R$  и  $t$  первыми выполняют работы, требующие большего числа исполнителей.

При построении ЛТГ необходимо учитывать также равномерность загрузки исполнителей, которая характеризуется показателем  $K_3$  :

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot N_i}{N \cdot t} \cdot 100\% \geq 90\%, \quad (1)$$

где  $N_i$  - число исполнителей из общего числа  $N$ , участвующих в работах на  $i$  - том интервале;

$t(i)$  - длина  $i$  - го интервала;

$t$  - длина критического пути.

Равномерность загрузки исполнителей при построении ЛТГ удобно анализировать с использованием графика загруженности исполнителей (рисунок 1в).

## 5. Пример построения рационального во времени ЛТГ.

В качестве примера рассмотрим ТП ТО шасси самолета и базовый СТГ с заданными параметрами (см. рисунок 1а и таблицу 1). Задача состоит в построении ЛТГ, который обеспечивает выполнение комплекса работ за минимальное время при четырех исполнителях. Поставленную задачу можно сформулировать следующим образом.

**ДАНО:** СТГ процесса и его параметры,  $N = 4$ .

**ТРЕБУЕТСЯ:** построить рациональный во времени ЛТГ.

**РЕШЕНИЕ.** Согласно рассмотренного выше метода построения ЛТГ на базе СТГ формируем первый фронт работ. В него включаем работы 0,1; 0,2 и 0,3, которые изображаем на 1, 2 и 3 горизонталях графика ( рисунок 1б).

По завершении работы 0,2 формируем второй фронт, который помимо продолжающихся работ 0,1 и 0,3, включает работы 2,4 и 2,5, изображённые на горизонтали 4 и 5. По завершении работы 0,1 формируем третий фронт, в который помимо продолжающихся работ 2,4 и 2,5 включаем работу 1,4, изображённую на 6 горизонтали. По завершении работы 0,3 формируем четвёртый фронт, в который помимо продолжающихся работ 2,4 ; 2,5 и 1,4 включаем работу 3,4, изображённую на 7 горизонтали.

По завершении работы 1,4 формируем последний, пятый фронт, в который помимо продолжающийся работы 2,5 включаем работу 4,5, изображённую на 8 горизонтали.

Из ЛТГ видно, что критический путь ТП в случае четырёх исполнителей проходит через работы 0,1; 1,4 и 4,5, и имеет длину:

$$t = 15 + 50 + 30 = 95 \text{ минут.}$$

Коэффициент загрузки исполнителей определяем с использованием графика загрузки (см. рисунок 1в)

$$K_3 = \left( \frac{50 \cdot 4 + 12,5 \cdot 3 + 2,5 \cdot 2 + 17,5 \cdot 3 + 12,5 \cdot 2}{95 \cdot 4} \right) \cdot 100\% = 85\% < 90\%.$$

### **ВЫВОДЫ:**

1. Построенный ЛТГ обеспечивает выполнение комплекса работ по ТО шасси за 95 минут ( 1 ч 35 мин );
2. Полученное значение коэффициента загрузки (  $K_3 = 85\%$  ) указывает на избыточное число исполнителей (  $N = 4$  ) .

## **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2**

### **ПОСТРОЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

#### **1. Цель занятий.**

Ознакомление с методом построения рациональных по технологической оснащённости технологических процессов ( ТП ) технического обслуживания ( ТО ) авиационной техники (АТ); приобретение навыков по определению потребного количества технологического оборудования.

#### **2. Порядок проведения занятий.**

1. Ознакомиться с методом построения рациональных по технологической оснащённости ТП.
2. Ознакомиться с методикой решения задач массового обслуживания.
3. Определить потребное количество технологического оборудования (технического персонала) с учетом заданных условий реализации ТП.

#### **3. Построение рациональных по технологической оснащённости ТП**

В условиях высокой интенсивности полетов существенное влияние на своевременную подготовку ВС к вылету (регулярность полетов) оказывает уровень технологической оснащённости ТП ТО. При этом под технологической оснащённостью ТП понимается состав и количество технологического оборудования (стоянок, буксировщиков, топливозаправщиков и т.д.), а также технического персонала (бригад), занятых в проведении работ.

Потребный (рациональный) уровень технологической оснащённости ТП зависит от объёма и условий проведения ТО, совершенства технологического оборудования, квалификации технического персонала, интенсивности полетов и ряда других факторов, влияющих на продолжительность выполнения работ. Он определяется с использованием ряда показателей (критериев), характеризующих эффективность процесса ТО (регулярность полётов, исправность ЛА, трудозатраты, стоимость ТО, и т.д.).

Построение рациональных ТП ТО начинается на ранних стадиях освоения новой АТ. При этом, в соответствии с руководящей эксплуатационной документацией определяются состав необходимого технологического оборудования и требования к квалификации

технического персонала. Затем, с учетом реально выполняемого объема летной работы и материальных ресурсов авиапредприятия определяются необходимые (рациональные) количества технологического оборудования и технического персонала, обеспечивающие приемлемые значения показателей (критериев) эффективности процесса ТО.

Процессы ТО ВС, в силу многообразия влияющих на них факторов, не лишены элементов случайности, поэтому при их анализе и планировании обычно прибегают к использованию элементов теории вероятностей и, в частности, теории массового обслуживания. При этом речь идет об удовлетворении спроса на ТО ВС при большом потоке заявок (требований) на проведение оперативного и периодического ТО, устранение неисправностей, заправку ГСМ, транспортировку, мойку и т.д.

Теория массового обслуживания позволяет решать задачи максимального удовлетворения спроса при заданных параметрах системы обслуживания (смены цеха, АТБ и т.д.). Каждое поступившее в систему обслуживания требование (ВС, нуждающееся в проведении работ по ТО) должно быть оперативно удовлетворено со стороны какого-либо устройства, человека или группы людей (бригады), которые называются обслуживающим аппаратом или обслуживающей системой.

Поток требований, входящих в обслуживающую систему, называют входящим потоком требований. В большинстве случаев поток требований находится под влиянием большого числа случайных факторов, поэтому для его описания используются вероятностные параметры. От того, насколько точно определены параметры входящего потока, будет зависеть эффективность функционирования обслуживающей системы (загруженность и количество обслуживающих аппаратов, продолжительность обслуживания, длина очереди и т.д.). В силу этого изучение входящего потока требований является первой и обязательной задачей, решаемой при построении систем массового обслуживания.

Потоку требований на ТО свойственны элементы случайности (отмены и задержки рейсов, отказы и неисправности АТ, отсутствие запасных частей, выполнение бюллетеней, приказов, разовых осмотров и т.д.), которые вызывают нерегулярность поступления заявок и непостоянство объемов выполняемых работ. При решении большинства практических задач, связанных с построением ТП ТО, поток требований можно считать простейшим, т.е. удовлетворяющим условиям стационарности, ординарности и отсутствия последствия. Это означает, что интенсивность потока остается постоянной на рассматриваемом интервале времени, появление двух и более требований одновременно невозможно, а поступившие в систему требования взаимонезависимы. Потоки требований, удовлетворяющие этим условиям, называются пуассоновскими и обозначаются символом М.

Вероятность  $R_n(\tau)$  поступления  $n$  - требований за период  $\tau$  в этом случае рассчитывают по формуле:

$$R_n(\tau) = \frac{(\lambda \cdot \tau)^n}{n!} \cdot e^{-\lambda \cdot \tau}, \quad (1)$$

где  $\lambda = 1/T_{\text{ср}}$  - интенсивность потока требований или среднее число требований в единицу времени;

$T_{\text{ср}}$  - средняя длина промежутка между поступлениями требований.

Вероятность  $R_0(\tau)$  непоступления требований за период  $\tau$  при этом составит:

$$R_0(\tau) = e^{-\lambda \cdot \tau}. \quad (2)$$

Интенсивность потока требований на ТО изменяется с течением времени в достаточно широких пределах (днем и ночью, летом и зимой и т.д.), поэтому при построении процессов ТО обычно выделяют периоды времени с равной интенсивностью поступления заявок и для каждого из них решают задачу оптимизации обслуживающей системы. Для описания потока требований при этом достаточно указать интенсивность  $\lambda$  или среднюю длину промежутка времени между поступлениями требований  $T_{\text{ср}}$ .

В практике иногда встречаются и другие виды потоков требований: с частичной взаимозависимостью между событиями (GJ), моменты появления которых распределены по нормальному закону, и детерминированные (D) с заранее установленными моментами появления событий. Использование последних при решении практических задач обычно затрудняется отсутствием готового математического аппарата для описания параметров системы массового обслуживания. В практике для описания потоков требований обычно прибегают к упрощению задачи настолько, чтобы привести их к виду M, имеющему достаточно отработанный математический аппарат, без внесения существенных погрешностей в результаты расчетов.

При построении обслуживающей системы, кроме описания потока требований, необходимо изучить и описать поток обслуживания, т.е. определить среднее время обслуживания требований  $\mu$ , закон распределения времени обслуживания и число обслуживающих аппаратов S. Среднее время обслуживания требований можно определить при помощи метода сетевого планирования и управления (СПУ) или путем хронометража работ процесса ТО. Для описания потоков обслуживания обычно используются те же параметры, что и для описания входящих потоков. В силу случайного объема работ по ТО (времени) поток обслуживания считается простейшим (пуассоновским) и обозначается символом [M]. Тогда, при числе обслуживающих аппаратов S система массового обслуживания обозначится символом M|M|S, в котором первый символ характеризует входящий поток требований, второй - поток обслуживания, а третий - число обслуживающих аппаратов.

#### 4. Методика решения задач массового обслуживания.

При решении задач массового обслуживания используются и статистический и аналитический методы. Основным преимуществом аналитического метода является то, что он позволяет по заданным параметрам потоков требований и обслуживания и числу обслуживающих аппаратов произвести расчет основных показателей системы массового обслуживания, используя готовые математические зависимости. Область применения данного метода обычно ограничивается системой вида M|M|S.

Статистический метод базируется на натуральных испытаниях системы массового обслуживания и математической обработке данных испытаний. Он позволяет решать практически любые задачи массового обслуживания, но требует значительных затрат времени. В практике обычно прибегают к упрощению задач настолько, чтобы их можно было решать аналитическим методом.

При расчёте показателей (критериев) эффективности системы M|M|S используются следующие формулы:

Вероятность того, что в системе нет требований  $P_0$ :

$$P_0 = \frac{1}{\frac{(\rho \cdot s)^s}{s!(1-\rho)} + \sum_{i=0}^{s-1} \frac{(\rho \cdot s)^i}{i!}}, \quad (3)$$

где  $\rho = \lambda \cdot \mu / s$  - коэффициент загрузки системы обслуживания.

Вероятность того, что в системе находится  $n$  – требований  $P_n$ :

при  $n < s$ :

$$P_n = P_0 \cdot \frac{(\rho \cdot s)^n}{n!}, \quad (4)$$

при  $n \geq s$ :

$$P_n = P_0 \cdot \frac{\rho^n \cdot s^n}{s!}. \quad (5)$$

Вероятность того, что требованию не придется ожидать начала обслуживания  $R$ :

$$R = 1 - P_0 \cdot \frac{(\rho \cdot s)^s}{s!(1-\rho)}. \quad (6)$$

Вероятность того, что время ожидания начала обслуживания меньше заданного  $R(t)$ :

$$R(t) = 1 - (1 - R) \cdot e^{-\frac{s \cdot (1-\rho) \cdot t}{\mu}}. \quad (7)$$

Вероятность того, что время нахождения требования в системе обслуживания меньше или равно заданному  $Q(t)$ :

$$Q(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\mu}} + \frac{1 - R}{s - \rho \cdot s - 1} \cdot e^{-\frac{s \cdot (1-\rho) \cdot t}{\mu}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(s - \rho \cdot s - 1) \cdot t}{\mu}}\right) \quad (8)$$

Среднее время пребывания требования в системе  $t_{cp}$ :

$$t_{cp} = P_0 \cdot \mu \cdot \frac{\rho^s \cdot s^{s-1}}{s!(1-\rho)^2} + \mu. \quad (9)$$

Среднее число требований в системе  $n$ :

$$n = P_0 \cdot \rho \cdot \frac{(s \cdot \rho)^s}{s! \cdot (1 - \rho)^2} + \rho \cdot s. \quad (10)$$

Среднее число требований, ожидающих обслуживания (длина очереди)  $m$ :

$$m = \mu \cdot P_0 \cdot \frac{(s \cdot \rho)^s}{s! \cdot (1 - \rho)^2}. \quad (11)$$

С использованием приведенных формул решают различные задачи массового обслуживания и, в частности, оценка эффективности действующей системы, определение потребного количества обслуживающих аппаратов для обеспечения заданной эффективности процесса ТО и др.

### 5. Пример решения задачи определения рациональной технологической оснащённости ТП.

**ЗАДАНИЕ.** Необходимо определить число перронных бригад, необходимых для того, чтобы количество своевременно обслуженных ВС за время стоянки, равное одному часу, не было меньше 92% при среднем времени поступления требований на обслуживание, равном 6 минутам и среднем времени обслуживания 20 минут.

Поставленную задачу можно сформулировать следующим образом:

**ДАНО:**  $Q(t) = 0,92$ ;  $t = 60$  мин.;  $T_{\text{ср}} = 6$  мин.;  $\mu = 20$  мин.

**ОПРЕДЕЛИТЬ:**  $S$ .

**РЕШЕНИЕ:** Поток требований и обслуживания считаем простейшими (пуассоновскими), поэтому система массового обслуживания имеет вид  $M|M|S$ . В течение времени обслуживания 20 мин. в систему в среднем поступает  $n = 20 : 6 = 3,3$  требования, следовательно число бригад должно быть не менее четырех. При этом коэффициент загрузки составит  $\rho = 20 \cdot (1 / 6) : 4 = 0,83$ .

Подсчитаем вероятность  $Q$  (60) для четырех бригад, для чего предварительно рассчитаем  $P_0$  и  $R$ :

$$P_0 = \frac{1}{\frac{(0,83 \cdot 4)^4}{4! \cdot 0,17} + \sum_{i=0}^3 \frac{(0,83 \cdot 4)^i}{i!}} = 0,02;$$

$$R = 1 - \frac{(0,83 \cdot 4)^4}{4! \cdot 0,17} \cdot 0,02 = 0,34.$$

Тогда:

$$Q(60) = 1 - e^{-\frac{60}{20}} + \frac{1 - 0,34}{4 - 0,83 \cdot 4 - 1} \cdot e^{-\frac{4 \cdot 0,17 \cdot 60}{20}} \cdot (1 - e^{-\frac{(4 - 0,83 \cdot 4 - 1) \cdot 60}{20}}) = 0,78.$$

Таким образом, при наличии четырёх бригад в среднем 22 % ВС не будет обслужено в срок. Поэтому необходимо иметь не менее пяти бригад.

В этом случае  $\rho = 0,67$ ;  $P_0 = 0,03$ ;  $R = 0,68$  и  $Q(60) = 0,93$ , т.е. число ВС, которые не будут обслужены в срок, сократится в три раза ( 7 %).

**ВЫВОД:** Для построения рационального ТП при заданных параметрах потока требований необходимо иметь не менее пяти перронных бригад.



## **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3**

### **СБОР , ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О НАДЕЖНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

#### **1. Цель занятия**

Ознакомление с методикой сбора, обработки и использования данных об отказах и неисправностях авиационной техники ( АТ) в авиапредприятиях (АП ); приобретение навыков анализа выявленных дефектов и заполнения карточек учета неисправностей (КУНАТ).

#### **2. Порядок проведения занятия**

1. Ознакомиться с методикой сбора, обработки и использования данных о надежности АТ.
2. Ознакомиться с порядком заполнения КУНАТ.
3. Провести анализ выявленных при ТО дефектов и заполнить КУНАТ.

#### **3. Методика сбора, обработки и использования данных о надежности АТ**

Система сбора и обработки данных о надежности АТ предназначена для обеспечения инженерно-технического состава АП полной и достоверной информацией об отказах и неисправностях с целью проведения мероприятий, направленных на предотвращение аварийных ситуации и снижение тяжести их последствий, а также сокращения простоев ВС в неисправном состоянии и экономии материальных ресурсов. Система является основным источником информации и для решения задач отраслевого уровня, связанных с предотвращением отказов и разработкой требований к промышленности по повышению надежности АТ.

Своевременное получение полных и достоверных данных об отказах и неисправностях АТ позволяет:

- сократить продолжительность и трудоемкость работ по поиску и устранению причин неисправностей (дефектов);
- повысить регулярность полётов;
- сократить количество неоправданных замен изделий и связанные с ними трудозатраты;
- увеличить размер материальной и финансовой компенсации из-за отказов гарантийных изделий;
- сократить размеры оборотных средств, необходимых для поддержания исправности ВС;

- разработать и оценить эффективность мероприятий, направленных на повышение надежности АТ.

Работы по сбору данных о надежности АТ проводятся путем заполнения и обработки типовых форм-носителей информации. К ним относятся: карты-наряды на дефектацию, бортовые журналы ВС, акты расследования авиационных происшествий, результаты расшифровки записей бортовых самописцев (МСРП), результаты исследований, проведенных НИИ, заводами ГА и промышленности.

Важнейшим документом в системе сбора и обработки данных о надежности АТ является КУНАТ. Обработка содержащихся в КУНАТ сведений, как правило, проводится с использованием автоматизированной системы, выполненной на базе современных ЭВМ. Данные об отказах и неисправностях, содержащиеся в КУНАТ, на магнитных носителях ежеквартально передаются в Государственный Центр Безопасности полетов (ГЦБП) для ввода в отраслевой банк данных и дальнейшего использования. КУНАТ, заполненные по результатам исследования разрушившихся и отказавших изделий, направляются в ГЦБП немедленно.

Работы по сбору и обработке данных о надежности АТ выполняют должностные лица, назначенные руководителем АП. Порядок выполнения работ жестко не регламентирован. Он устанавливается самостоятельно каждым АП при условии обеспечения своевременности, полноты и достоверности получаемой информации.

Порядок оформления и прохождения КУНАТ зависит от способа восстановления исправности ЛА. Если восстановление осуществлялось без съема (ремонта) отказавшего элемента, то заполнение КУНАТ заканчивается в цехе ТО. Если восстановление осуществлялось со съемом (ремонт) отказавшего элемента, то заполнение КУНАТ проводится с участием работников соответствующего подразделения (цеха, лаборатории).

Заполненная КУНАТ передается в службу надежности АП для дальнейшей обработки и использования содержащейся в ней информации.

В системе сбора и обработки данных о надежности учету подлежат:

1. Все отказы, обнаруженные экипажем на земле и в полете;
2. Выявленные при ТО:
  - неисправности планера (трещины, изнашивание элементов конструкции, деформация, заедания, заклинивания, нарушения соединения, крепления и др.);
  - отказы, приведшие к нарушению регулярности полетов и простоям ВС в неисправном состоянии;
  - отказы, обуславливающие досрочные замены или съемы изделий с ВС.

На каждый отказ (дефект), требующий учета, заполняется отдельная КУНАТ.

#### 4. Порядок заполнения КУНАТ

Карточка выполняется в виде двухстороннего бланка (рисунок 3), на котором в удобном для машинной обработки виде отражаются качественные и количественные сведения об отказах и неисправностях, имевших место в процессе эксплуатации АТ.

Бланки КУНАТ нумеруются и хранятся у начальников цехов (смен). Они выдаются под роспись должностным лицам, ответственным за заполнение КУНАТ (инженерам смен и ОТК), в случае обнаружения отказа (дефекта), требующего учета. Порядок заполнения КУНАТ определен «Типовым руководством по сбору, обработке и использованию информации о неисправностях АТ» в АП.

Информация, занесенная в КУНАТ, содержит:

- сведения о ВС и отказавшем изделии;
- описание проявления отказа (неисправности);
- характер и причину отказа (неисправности);
- условия работы отказавшего изделия;
- последствия отказа (неисправности);
- способ устранения отказа (неисправности);
- рекомендации по предупреждению отказа (неисправности);
- сведения о затратах временных, трудовых и материальных ресурсов, связанных с возникновением отказа (неисправности) и другие данные.

После заполнения и проверки начальником цеха (смены) КУНАТ передается в ПДО для простановки формулярных данных, а затем в подразделение надежности (технический отдел) АП.

Реквизиты бланка КУНАТ заполняют следующим образом:

- «Дата» - указывают дату выявления отказа (неисправности);
- «Бортовой номер ВС» - указывают Государственный и регистрационный опознавательные знаки ВС;
- «Тип ВС» - указывают тип ВС;
- «Номер двигателя» - зачеркивают цифру, соответствующую номеру места установки отказавшего двигателя на ВС;
- «Эксплуатант ВС» - указывают наименование АП (авиакомпания), которая эксплуатирует ВС;
- «Знак !» - зачеркивают при оформлении карточки на опасный отказ. К их числу относят отказы, приведшие к авиапроисшествиям или инцидентам, а также способные (при определенных условиях) повлиять на безопасность полетов или требующие для их устранения значительных материальных, трудовых или временных затрат;
- «Проявление неисправности ВС» - приводят описание внешних признаков (течь топлива, повышенная вибрация, отклонение от нормы показаний приборов, срабатывание сигнализации и т.д.), которые свидетельствуют об отказе (неисправности);

- «Этап обнаружения», «Подтверждение на земле», «Последствия», «Причина задержки рейса», «Способ восстановления неисправности ВС» - заполняют путем зачеркивания соответствующего кода;
- «Система, подсистема» - указывают наименование системы (подсистемы), в которой произошел отказ(в таблицу заносят сведения о всех изделиях, замененных на ВС в процессе восстановления);
- «Подтверждение» - делают отметку о подтверждении («да») или неподтверждении («нет») неисправности в отказавшем изделии после проверки;
- «Проявление неисправности комплектующего изделия» - описывают внешний признак, который указывает на наличие неисправности;
- «Причина неисправности комплектующего изделия» - указывают, отказ какой именно детали (элемента) повлек за собой возникновение неисправности и что именно с ней (с ним) произошло;
- в зависимости от степени уверенности в правильности установления причины отказа (неисправности) зачеркивают соответствующий код: «у» - установленная; «г» - предполагаемая;
- «Принятые меры в отношении комплектующего изделия» - заполняют путем зачеркивания соответствующего кода;
- «Дополнительные сведения» - вносят информацию, которая по мнению заполняющего, полезна при разработке мероприятий, направленных на повышение надежности АТ;
- В паспортные данные вносят сведения о ВС, двигателях, ВСУ и отказавшем изделии;

Ниже приводятся сведения об исполнителях, принимавших участие в заполнении КУНАТ (руководивших устранением отказа, проверявших снятие изделия, осуществлявших контроль КУНАТ).

## **5. Пример заполнения КУНАТ**

По результатам анализа данных, содержащихся в карте-наряде на дефектацию планера самолета Ту-134А (см. рисунок 2) устанавливаем, что при ТО была обнаружена и устранена трещина в нижней части фюзеляжа между шпангоутами № 15 и № 16, требующая учета (заполнения КУНАТ).

На основе данных, содержащихся в карте-наряде, заполняем КУНАТ (см. рисунок 3).

АТБ СА о/п Курумоч АЭРОПОРТА  
 < 25 > 06 1999 г.

Наряд на дефектацию № 217

Авиатехнику - дефектовщику (авиатехнику) Кравченко В. П.  
фамилия, инициалы

произвести дефектацию Планера  
правой, левой, ВМУ планера и т.п.

самолёта (вертолёта) Ту - 134А (65800) поступившего на Ф-2  
тип, опознавательный знак

с налетом 6746 (3565) техническое обслуживание

Начальник (инженер) смены Борисов И.Ф.  
фамилия

фамилия, инициалы

ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ

№	Наименование дефектов как замеченных экипажем в рейсе, так и обнаруженных при дефектации	Фамилия, инициалы и подпись лиц, устранивших дефект	Подпись или штамп инженера ОТК о контроле за устранением дефекта
1.	Отпотевание стекол иллюминаторов в салоне	Заменен осушитель воздуха	В Краф
2.	Отклеивание уплотнит. резинок иллюминаторов в салоне	Упл. резинка подклеена	В Краф
3.	Не работает замок входной двери	Замок отремонтирован	В Краф
4.	Ослаблены винты в нижней части центроплана	Винты намотаны	В Краф
5.	Отсутствует винт в нижней пр. плоскости крыла	Винт установлен.	В Краф
6.	Трещина обшивки в герм. части фюзеляжа между шп. № 16 и 17 (в нижней части)	Произведен ремонт обшивки	В Краф

Дефектацию произвел Смирн  
подпись

Устранением дефектов руководил ст. инж. Смирнов В. А.  
ФАМИЛИЯ, ИНИЦИАЛЫ И ПОДПИСЬ

Дефектацию и устранение дефектов проверил начальник

инженер смены \_\_\_\_\_  
ФАМИЛИЯ, ИНИЦИАЛЫ И ПОДПИСЬ

Рисунок 2. Типовая форма карты-наряда на дефектацию ВС.

<b>АЭРОФЛОТ</b> карточка учета неисправностей авиатехники						№ 35
Дата	Борт № ВС	Тип ВС	№ двиг.	Предприятие - владелец ВС	!	
25/06/97	6.5.8.0.0	Ту 134А	1 2 3 4	Аэропорт посадки	Курумоч	
Проявление неисправности ВС <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">/ / / / / / / / / /</span>						
Трещина обшивки в герметической части фюзеляжа между шп. 16 и 17 (в нижней части)						
Этап обнаружения		В полете		Последствия		
<input type="checkbox"/> 11 Подготовка к вылету <input type="checkbox"/> 12 Буксировка <input type="checkbox"/> 13 Запуск двигателей <input type="checkbox"/> 14 Руление <input checked="" type="checkbox"/> 15 Оперативное ТО <input type="checkbox"/> 16 Периодическое ТО <input type="checkbox"/> 17 Прочее ТО <input type="checkbox"/> 18 Диагностирование		<input type="checkbox"/> 21 Взлет <input type="checkbox"/> 22 Набор высоты <input type="checkbox"/> 23 Эшелон <input type="checkbox"/> 24 Снижение <input type="checkbox"/> 25 Заход на посадку <input type="checkbox"/> 26 Посадка <input type="checkbox"/> 27 Висение		<input type="checkbox"/> 1 Задержка рейса <input type="text"/> час. <input type="text"/> мин. <input type="checkbox"/> 2 Замена ВС <input type="checkbox"/> 3 АП <input type="checkbox"/> 4 ПАП (инцидент) <input checked="" type="checkbox"/> 5 Без последствий		
Форма ТО <input type="text"/>		Подтверждение неисправности на земле <input type="checkbox"/> 1 Подтвердилась <input type="checkbox"/> 2 Не подтвердилась <input type="checkbox"/> 3 Не проверялась		Причина задержки рейса <input type="checkbox"/> 1 Поиск адреса неисправности <input type="checkbox"/> 2 Устранение неисправности <input type="checkbox"/> 3 Ожидание запчастей <input type="checkbox"/> 4 Ожидание средств ТО <input type="checkbox"/> 5 Ожидание исполнителей		
Способ восстановления исправности ВС						
<input checked="" type="checkbox"/> - Без съема изделий <input type="checkbox"/> 2 - Со съемом изделий <input type="checkbox"/> 3 - Путем замены изделий						
СИСТЕМА, ПОДСИСТЕМА		Планер			<input type="text"/>	
Тип замененного/неиспр./комплектующего изделия	Заводской номер	Адрес но ВС	Подъя			
фюзеляж			да			
(продолжение на обороте)						
Проявление неисправности комплектующего изделия <u>Трещина от заклепки</u>						
<u>длиной 6мм</u>						
Причина неисправности комплектующего изделия ( <input type="checkbox"/> - Установленная <input checked="" type="checkbox"/> - Предполагаемая )						
<u>Недостаточная остаточная прочность</u>						
<u>обшивки из-за влияния концентраторов</u>						
<u>напряжений (отверстие под заклепку)</u>						
Элемент РЭО						
Блок    Субблок    Узел    Шп.    Ст. №						
Принятые меры в отношении комплектующего изделия						
<input checked="" type="checkbox"/> Восстановлено в АТБ <input type="checkbox"/> 3 Направлено в ремонт <input type="checkbox"/> 5 Восстановлено предст. МАП <input type="checkbox"/> 2 Списано <input type="checkbox"/> 4 Направлено на исследов. <input type="checkbox"/> 6 Подлежит рекламации						
Дополнительные сведения <u>Поврежденный участок обшивки восстановлен с</u>						
<u>послеинвентарной усилившей накладкой.</u>						
<u>Необходимо ввести токовывревои контроль обшивки и заклепки.</u>						
Воздушное судно		<input checked="" type="checkbox"/> - Двигатель <input type="checkbox"/> - ВСУ		Комплектующ. издел.		
Тип (модификация)						
Заводской номер						
Завод-изготовитель (п/я)						
Дата выпуска (мес/год)						
НАРАБОТКА СНЭ 6746 ч. 3565 п. ч. и						
Количество ремонтов						
Дата последнего рем. (мес/год)						
Завод послед. рем.						
Дата послед. устан. на ВС (ч/м/г)						
АТБ цех №2	ст инж	Смирнов В.А.	<i>Смирнов</i>	26 06 97		
	ст инж	Бурцев С.В.	<i>Бурцев</i>	26 06 97		
	нач смены	Викторов С.В.	<i>Викторов</i>	26 06 97		
Подразделение	должность	Фамилия	Подпись	Дата	Таб. №	

Рисунок 3. Типовая форма КУНАТ.

## **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОВЕДЕНИЕ РАЗОВЫХ ОСМОТРОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

#### **1. Цель занятия**

Ознакомление с организацией контроля технического состояния (ТС) авиационной техники (АТ) в авиапредприятиях (АП); приобретение навыков в разработке документации на проведение разовых осмотров АТ.

#### **2. Порядок проведения занятия**

1. Ознакомиться с организацией контроля ТС АТ в АП.
2. Ознакомиться с порядком выпуска и прохождения документации на проведение разовых осмотров АТ.
3. Разработка технической документации на проведение разового осмотра заданного объекта.

#### **3. Организация контроля ТС АТ**

Основная задача эксплуатационного контроля ТС АТ состоит в том, чтобы своевременно выявлять возникающие неисправности, не допуская перехода неисправностей в отказ, и тем самым предотвращать летные происшествия и инциденты. В АП действует достаточно сложная по структуре система контроля ТС АТ. Контроль проводят при подготовке ЛА к полету, при выполнении различных видов и форм ТО, а также в полете членами экипажа и автоматическими устройствами.

Контроль проводится в соответствии с руководящей документацией на ВС (НТЭРАТ, РТЭ, регламент ТО). Ответственность за организацию и проведение контроля возлагается на отдел технического контроля (ОТК) и руководителей АП.

В документации на контроль устанавливаются периодичность, объем, технология и средства контроля, обеспечивающие надежное выявление типовых неисправностей АТ. В отдельных случаях дополнительно назначаются и специальные виды осмотров. На все виды контроля АТ составляется карта-наряд на дефектацию. По результатам контроля исполнитель делает запись в карте-наряде, а также в формуляре ВС и в контрольной карте.

К специальным видам осмотров (контроля АТ) относятся разовые, инспекторские, контрольные, а также контрольные полеты (облеты ВС).

*Разовые осмотры* проводятся с целью детальной проверки ТС (работоспособности) отдельных систем, агрегатов и узлов. Работы выполняются силами инженерно-технического состава АП с привлечением

(при необходимости) специалистов сторонних организаций (НИИ, ОКБ, ремонтных заводов, промышленности и т.д.). О результатах разового осмотра начальник цеха (участка, лаборатории), выполнявшего работы, докладывает должностному лицу, отдавшему распоряжение на его проведение.

*Инспекторские осмотры* проводятся с целью оценки ТС, а также организации и качества ТО. К ним привлекают руководящий технический и командный состав АП и региональных управлений. Осмотры проводятся в заранее установленные сроки (по графику) или по распоряжению должностного лица, ответственного за их проведение. Результаты инспекторских осмотров отражаются в отчетах начальника АТБ по анализу ТС АТ и качеству ТО, а также в его приказах по устранению выявленных недостатков.

*Контрольные осмотры* проводятся с целью проверки ТС АТ при продлении удостоверений о годности ВС к полетам, при продлении ресурсов двигателей, планера и комплектующих изделий, после восстановления и ремонта ВС. Осмотры проводит комиссия, назначенная руководителем АП. Он же устанавливает сроки проведения и объем осмотра.

*Контрольные полеты (облеты ВС)* проводят с целью проверки ТС изделий (систем), которые не могут быть проверены на земле. Перечень работ на ВС, после которых проводится контрольный полет, устанавливается руководящей документацией (НТЭРАТ). О выявленных в полете отказах и неисправностях делается запись в бортовом журнале, карте контрольного полета и формуляре ВС.

#### **4. Порядок выпуска, оформления и прохождения документации на проведение разовых осмотров**

Наиболее распространенным видом специальных осмотров являются разовые осмотры. Содержание, результаты и технология проведения разовых осмотров отражаются в контрольной карте (см. рисунок 4), которая выписывается ОТК на основании приказов, бюллетеней, указаний, телеграмм региональных управлений и распоряжений руководителя АП. Карта выписывается на каждый тип ВС с указанием бортовых номеров ЛА, сроков исполнения и форм ТО, на которых выполняются работы.

Из ОТК контрольная карта поступает в технический отдел АП, который в сроки, установленные начальником ОТК, разрабатывает технологию проведения осмотра.

Карта вместе с технологией возвращается в ОТК, откуда под роспись передается в планово-диспетчерский отдел (ПДО), который осуществляет текущий контроль за ходом её исполнения.

Диспетчер ПДО (под роспись) передает карту по сменам вместе с документацией, оформляемой при ТО, а затем (по записям на обратной стороне карты) отслеживает сроки ее выполнения.



После выполнения карты на всех ВС она передается (под роспись) в ОТК для окончательного оформления и регистрации. Начальник ОТК докладывает о результатах разового осмотра руководителю АП, а также организациям - инициаторам проведения осмотра.

Как правило, разовые осмотры носят экстренный характер, так как являются следствием обнаружения опасных отказов и неисправностей ВС, находящихся в эксплуатации. В силу этого организации - инициаторы осмотра часто не располагают временем, достаточным для разработки необходимой технологической документации, ограничиваясь составлением руководящего документа (РД), телеграммы, бюллетеня и т.п., являющегося основанием для проведения контрольного осмотра, в котором содержатся сведения о содержании и сроках его проведения. Необходимая технологическая документация на проведение осмотра разрабатывается работниками технического отдела, согласовывается с начальником ОТК и утверждается главным инженером АП. Технология проведения осмотра представляется в виде типовой технологической карты (см. рисунок 5).

При разработке технологической карты обычно придерживаются следующей последовательности:

- анализируется содержание документа, явившегося основанием для проведения осмотра ( уточняются цель, объект и средства осмотра);
- анализируются особенности конструкции объекта осмотра (размещение объекта на ЛА, наличие подходов к контролируемым элементам, возможность использования контрольной аппаратуры и т.д.);
- из технологических указаний по выполнению регламентных работ (текущего ремонта, замене агрегатов и т.д.) подбирается базовая технологическая карта, содержание которой наиболее близко совпадает с целью осмотра;
- на основе базовой карты разрабатывается технологическая карта разового осмотра, для чего из базовой карты исключают работы, не связанные с целью осмотра, и вводят дополнительные работы, обеспечивающие качественное проведение осмотра.

При отсутствии базовой технологической карты технология осмотра отрабатывается непосредственно на ЛА. При этом определяется рациональная последовательность работ, режим и средства контроля, трудоемкость выполнения контрольной карты и другие данные, необходимые для организации проведения осмотра.

Контрольная карта № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Основание РД УТЭРАТ от 09.10.96 г № 091100

Содержание Разовый осмотр состоящая трубопровода 124А-5601-101-0-119 подвода давления к ГУ-108А на участке от фильтра ГУ-108А до пробортборника 124А-5810-1000/1 (согласно прилагаемой техкарте) осмотру подлежат оба конца трубопровода.

Срок исполнения А2

Доложено в УЭАТ 20.11.96

/ Нач ОТК АТБ


 Французов

Рисунок 4. Контрольная карта.

"Согласовано"

Нач. ОТК АТБ

Кузьмин  
199

"Утверждаю"

Главный инженер АТБ

199

Контрольная карта № 776 от 01.11.96

Технологическая карта №

На листах \_\_\_\_\_ Лист №

Трудозатраты 45 чел.-ч.

Самолет тип Ту-134А	Проверка состояния трубопровода 124А - 5601 - 101 - 0 - 119	Технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонении от ТТ
<b>Содержание операций</b>			
1	Открыть крышку люка заднего тех отсека		
2	Обеспечить освещением зоны осмотра.		
3	Осмотреть трубопровод 124А - 5601 - 101 - 0 - 119 (поз. 11 фиг. 3.1) особое внимание уделить местам стыка трубопровода 124А - 5601 101 - 0 - 119 с трубопроводом (поз. 9 фиг. 3.1) и фильтром ГУ-10 80 по ниппельным соединениям.	Осматривать на уч-ке от пробоотборника (поз. 9) до фильтра ГУ-10 80. Не допускаются трещины, вмятины и другие повреждения, подтекание АМГ-10 по ниппельным соединениям.	Трубопровод заменить
4	Формировать контр. карту		
5	Закрыть крышку люка заднего тех. отсека, предварительно убедившись в отсутствии посторонних предметов		

Подпись составителя

 Мамкаев Ю.П.

Рисунок 5. Технологическая карта.

## **5. Пример разработки документации на проведение разового осмотра АТ**

В соответствии с РД УТЭРАТ предлагается провести разовый осмотр состояния трубопровода 124А-5601-101-0-119 подвода давления к фильтру ГУ-108Д гидросистемы самолета Ту-134А на участке от фильтра до пробоотборника. Осмотру подлежат оба конца трубопровода.

1. На основании содержания РД и описания самолета Ту-134А уточняем цель осмотра и составляем контрольную карту (рисунок 4).

2. В качестве базовой используем технологическую карту «Осмотр агрегатов и трубопроводов гидросистемы в заднем техническом отсеке» из технологических указаний по выполнению регламентных работ на самолете Ту-134А.

Из предусмотренного базовой картой объема работ исключаем смотровые работы и вводим дополнительный осмотр трубопровода с использованием визуально-оптических средств контроля (зеркала, лупы и подсветки).

3. Составляем технологическую карту на проведение разового осмотра состояния трубопровода (рисунок 5), к которой прилагаем фрагмент чертежа монтажа трубопроводов гидросистемы самолета Ту-134А с указанием местонахождения осматриваемого трубопровода.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Деркач О.Я. Формирование систем технического обслуживания самолетов при их создании. М.: Машиностроение, 1993 г. 224 с.
2. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: учебник для ВУЗов. Под ред. Н.Н. Смирнова. М.: Транспорт, 1990 г. 423 с.

*Учебное издание*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Методические указания

Составитель: Игорь Мстиславович Макаровский.

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва. 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.