

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

Б.А. Изотов

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Выпуск 5

Серия научно-методических документов,
содействующих профессиональному
самоопределению студентов в учебном процессе
«Я – СПЕЦИАЛИСТ»

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским
советом федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Оренбургский
государственный университет» в качестве
методических указаний для студентов, обучающихся
по программам высшего профессионального
образования по направлению подготовки 160100.62
Авиационное

Оренбург
2012

УДК 338.47 : 656.7 (076)
ББК 65.37я7
И 38

Рецензент – генеральный директор ОАО «Оренбургские авиалинии»
профессор, кандидат технических наук Б.А. Портников

Изотов, Б.А.

И 38 Пути повышения эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов : методические указания к практическому занятию / Б.А. Изотов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2012. - 51 с. - (Я – специалист : сер. научно-методических документов, содействующих профессиональному самоопределению студентов в учебном процессе; вып. 5).

Серия изданий «Я – специалист» предназначена для содействия профессиональному самоопределению и повышению профессионального интереса студентов в ходе образовательного процесса. Авторская серия содержит рекомендации, указания и пособия, которые не только традиционно используются в учебном процессе при изучении специальных дисциплин, но и помогают осознать роль инженерной деятельности в изменении окружающего мира, задуматься о месте профессии в структуре жизненного пути, соотнести свои ресурсы с требованиями к профессионалу в конкретной сфере производства.

Методические указания к практическому занятию включают теоретическое изложение материала, методику обработки периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов, даны рекомендации по оформлению отчета по практическому занятию, а так же приведен перечень вопросов, которые необходимо проработать студенту при подготовке к практическому занятию.

Методические указания к практическому занятию по дисциплине «Основы технической эксплуатации летательных аппаратов» предназначены для студентов направления подготовки 160100.62 Авиационное строительство всех форм обучения.

УДК 338.47 : 656.7 (076)
ББК 65.37я7

© Изотов Б.А., 2012
© ОГУ, 2012

Содержание

Введение.....	5
1 Пути повышения эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов	6
1.1 Цель работы.....	6
1.2 Анализ показателей безотказности функциональной системы летательных аппаратов.....	6
1.2.1 Определение показателей безотказности отдельных изделий.....	7
1.2.2 Определение показателей безопасности функциональной системы летательных аппаратов.....	8
1.2.3 Определение обобщенных показателей эксплуатационной технологичности летательных аппаратов.....	13
2 Выбор рациональных стратегий технического обслуживания изделий функциональной системы.....	17
2.1 Определение оптимального регламента технического обслуживания функциональной системы летательного аппарата ...	20
2.2 Определение периодичности технического обслуживания изделий функциональной системы летательного аппарата.....	21
2.3 Определение периодичности технического обслуживания изделий индивидуальным методом.....	21
2.4 Определение периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим трудоемкость обслуживания.....	22
2.5 Определение периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим время развития неисправности в отказ.....	25
2.6 Контрольные вопросы.....	27
2.7 Требования к содержанию отчета.....	27
2.8 Порядок выполнения работы.....	28

2.9	Расчет показателей эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов.....	29
	Список использованных источников.....	32
	Приложение А Данные о надежности, действующей периодичности технического обслуживания изделий, трудоемкости обслуживания и устранения неисправностей технической эксплуатации летательных аппаратов.....	33
	Приложение Б Данные для определения обобщённых показателей эксплуатационной технологичности летательных аппаратов.....	37
	Приложение В Данные для расчета вероятности безотказной работы функциональной системы в целом. Взаимосвязь стратегий эксплуатации и технического обслуживания функциональной системы. Классификация методов определения $t_{\text{пр.опт.}}$ для изделий функциональной системы. Математическое обеспечение и критерии оптимизации.....	38
	Приложение Г Данные об оперативной продолжительности и трудоёмкости технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов.....	40
	Приложение Д Исходные данные для решения задачи по выбранному варианту.....	41
	Приложение Е Результаты определения показателей безотказности отдельных изделий, блоков и функциональной системы в целом и суммарной оперативной продолжительности для первого члена выражений (1.11, 1.19). Результаты расчета $t_{\text{пр.опт.}}$ изделий функциональной системы. Результаты расчета $T_{\text{ТОиР.}}$, $\Pi(t_{\text{пр.}})$ и $t_{\text{пр.опт.}}$. Результаты расчета $P_{\text{Н}}(t_{\text{пр.}})$, $P_{\text{о}}(t_{\text{пр.}})$, $P_{\text{Н,О}}(t_{\text{п.т.}})$ и $t_{\text{пр.опт.}}$. Результаты определения $t_{\text{пр.опт.}}$ изделий функциональной системы.....	47
	Приложение Ж Расчет показателей эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов.....	50

Введение

Система технического обслуживания и ремонта воздушных судов гражданской авиации определяет эффективность их использования и затраты на техническую эксплуатацию воздушных судов.

Стоимость технического обслуживания и ремонта для каждого экземпляра современных типов воздушных судов, включая запчасти и оборудование, за весь срок эксплуатации в 2-3 раза превышает начальную стоимость воздушных судов, что подтверждает актуальность решения задач повышения эффективности системы технического обслуживания и ремонта.

Решению задач совершенствования процессов и процедур технической эксплуатации воздушных судов, в том числе оптимизации режимов технического обслуживания и ремонта изделий авиационной техники, посвящено много работ и их результаты применяются достаточно успешно при совершенствовании технической эксплуатации воздушных судов, однако комплексный системный подход к формированию и оптимизации системы технического обслуживания и ремонта воздушных судов в целом, как правило, не рассматривается [1, 7].

Отсутствие комплексного подхода к проектированию системы технического обслуживания и ремонта приводит к неоправданному увеличению сроков формирования системы технического обслуживания и ремонта типа воздушных судов и ее оптимизации, причем внесение конструктивных изменений в эксплуатирующиеся экземпляры воздушных судов в целях адаптации их к реальным условиям их эксплуатации вызывает большие технические затруднения и дополнительные материальные затраты. Зарубежная практика создания новых типов воздушных судов включает процесс проектирования системы технического обслуживания и ремонта непосредственно в этап проектирования воздушных судов и предшествующий ему этап технико-экономического обоснования, что позволяет создавать конструкцию воздушных судов под выбранную систему технического обслуживания и ремонта с учетом всех ожидаемых условий эксплуатации воздушных судов этого типа [8, 9].

1 Пути повышения эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов

1.1 Цель работы

Цели данной работы следующие:

- закрепление знаний по темам лекционных занятий;
- ознакомление с документацией по периодичности технического обслуживания различных изделий функциональных систем летательных аппаратов;
- определение показателей безотказности функциональной системы летательных аппаратов;
- определение обобщенных показателей эксплуатационной технологичности летательных аппаратов;
- выбор рациональных стратегий технического обслуживания изделий функциональной системы;
- формирование оптимального регламента технического обслуживания изделий функциональной системы;
- приобретение навыков определения периодичности технического обслуживания различных изделий функциональной системы летательных аппаратов.

1.2 Анализ показателей безотказности функциональной системы летательных аппаратов

Определение показателей безотказности функциональной системы и ее изделий выполняется с целью последующего выбора рациональных стратегий технического обслуживания, формирования оптимального регламента и

проектирования эффективного процесса технической эксплуатации летательных аппаратов.

Исходной информацией являются: принципиальная схема функциональной системы; характеристики безотказности изделий функциональной системы (параметры потока отказов $\omega_0(t)$ и неисправностей $\omega_H(t)$ представлены в таблице А.1 приложения А.

Анализ и оценка безотказности функциональной системы выполняется на основе функциональных задач, решаемых функциональной системой и основными ее изделиями [2, 5].

1.2.1 Определение показателей безотказности отдельных изделий

Определяется вероятность безотказной работы каждого изделия из предположения стационарного потока отказов

$$P(t) = e^{-\omega \cdot t}, \quad (1.1)$$

для $t = \bar{t}_{\text{Б.П.}}$, $t = \tau_{\phi 1}$, $t = \tau_{\phi 2}$, $t = \tau_{\phi 3}$,

$\bar{t}_{\text{Б.П.}}$ - средняя длительность беспосадочного полёта, представлена в таблице Б.1 приложения Б;

$\tau_{\phi 1}$, $\tau_{\phi 2}$, $\tau_{\phi 3}$ - периодичность выполнения 1, 2, 3-ей форм регламента для типа летательного аппарата, представлена в таблице Б.1 приложения Б;

$\omega_0(t)$ - параметр потока отказов изделия, представлен в таблице А.1 приложения А;

$\omega_H(t)$ - параметр потока неисправностей изделия, представлен в таблице А.1 приложения А.

1.2.2 Определение показателей безопасности функциональной системы летательных аппаратов

Для определения показателей безотказности функциональной системы используется метод структурных схем с учетом последовательного и параллельного соединения изделий функциональной системы. Исходной информацией для построения структурной схемы является краткое описание функционирования функциональной системы, ее принципиальная схема и перечень типовых отказов изделий, при которых они не выполняют своих функциональных задач [3].

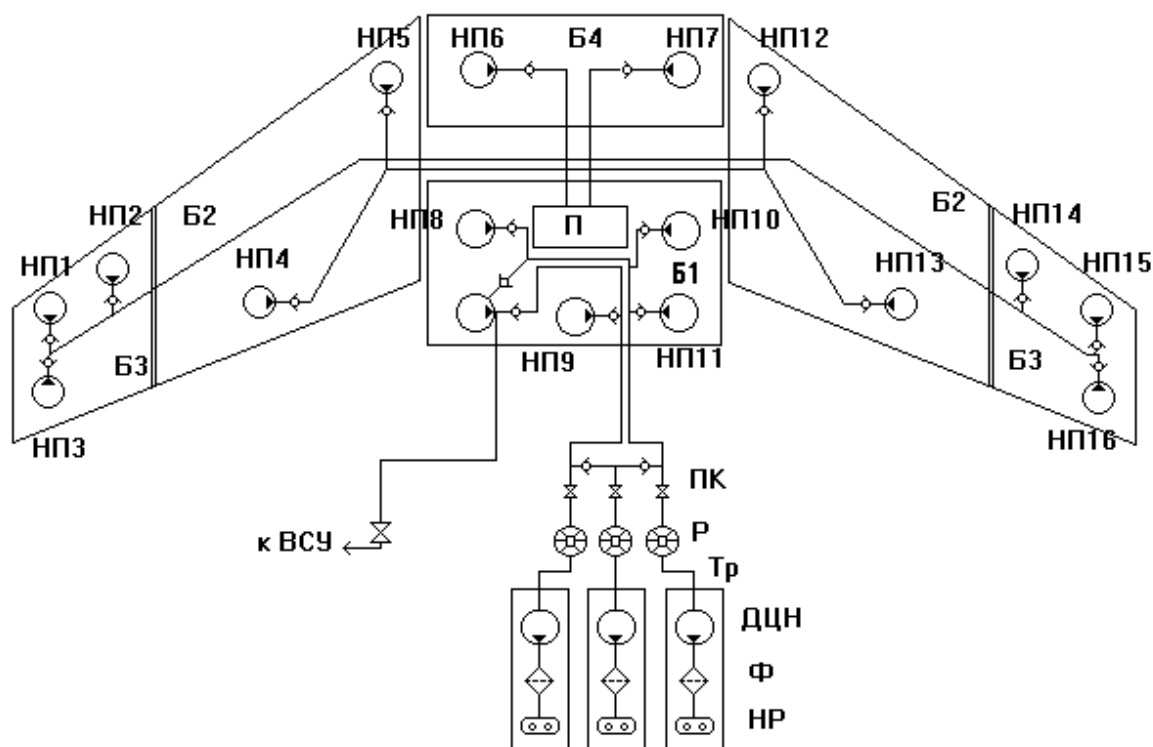
В результате построения структурной схемы выделяются изделия, отказы которых не влияют на безопасность полетов (параллельное соединение) и изделия, отказы которых влияют на безопасность полетов (последовательное соединение).

Для расчета вероятности безотказной работы функциональной системы $P(t)$ используются выражения, представленные в таблице В.1 приложения В.

Рассмотрим топливную систему самолета Ту-154М. После краткого описания работы топливной системы анализируются отказы изделий, при которых они не выполняют своих функций, и последствия отказов с учетом последовательного и параллельного соединения.

В насосе перекачки НПЗ может отказать электрическая и механическая части. Оба этих отказа приводят к отказу насоса. Отказ насоса приведет к тому, что на больших высотах нарушится бесперебойная подача топлива от топливного бака БЗ к насосу двигателя ДЦН. Это означает, что в структурной схеме насос НПЗ и бак БЗ должны быть соединены последовательно. Отказ насоса перекачки НПЗ приводит к отказу одной ветви системы питания от БЗ. Однако подачу топлива будут обеспечивать насосы НП1 и НП2. Отсюда следует, что в структурной схеме НП1, НП2, НПЗ должны быть соединены параллельно.

Принципиальная схема топливной системы самолета Ту-154М представлена на рисунке 1.



1	Топливный бак	Б ₁ , Б ₂ (Л, П), Б ₃ (Л, П), Б ₄
2	Насос подкачки ЭЦН-325	НП ₈ – НП ₁₁
3	Обратный клапан	ОК ₁ – ОК ₁₆
4	Центробежный насос	ДЦН
5	Насос регулятор	НР
6	Порционер	П
7	Фильтр	Ф
8	Трубопроводы	Тр
9	Насос перекачки ЭЦН-323	НП ₁ – НП ₇ , НП ₁₂ – НП ₁₆
10	Расходомер	Р

Рисунок 1 - Принципиальная схема топливной системы самолета Ту-154М

Для упрощения расчета систему рекомендуется разбить на блоки I-VIII. Блоки целесообразно составлять из элементов, имеющих функциональную связь.

Детализированная структурная схема системы показана на рисунке 2.

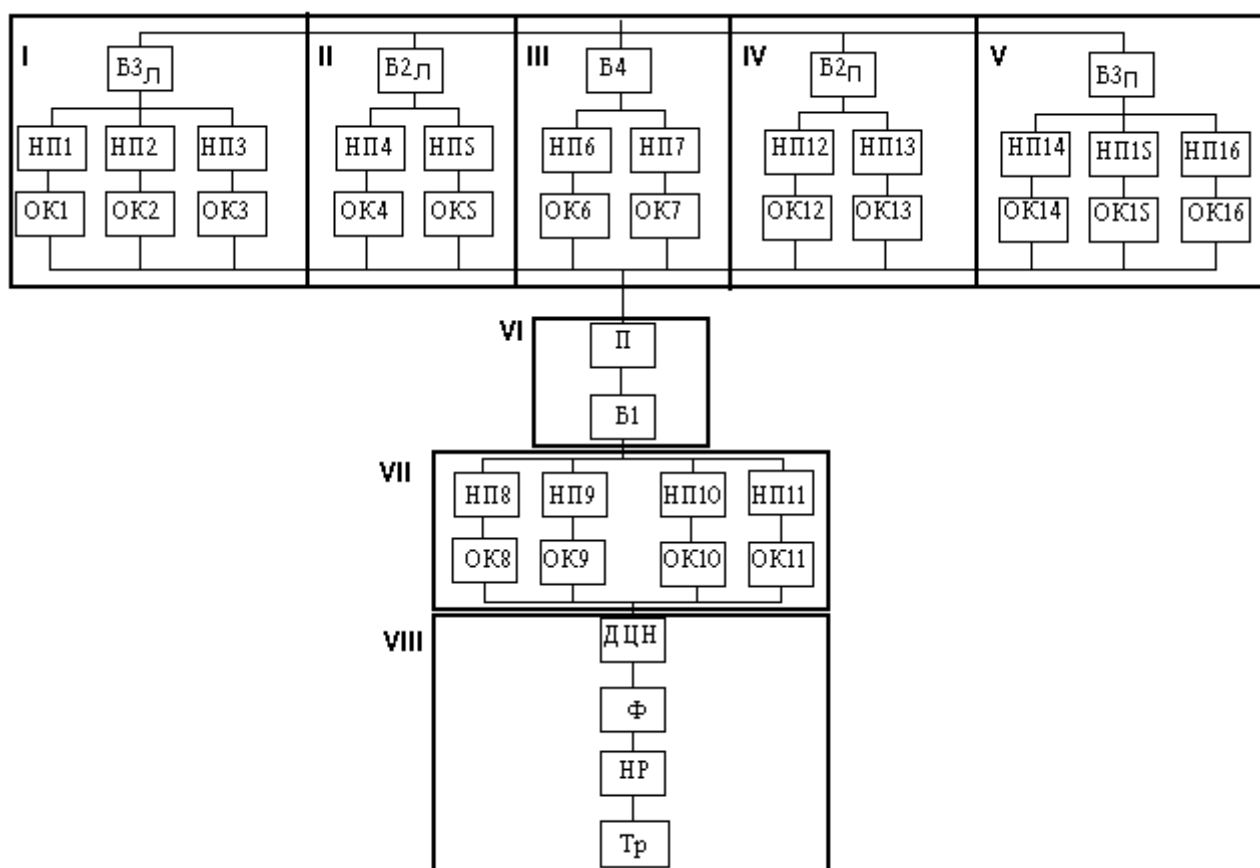


Рисунок 2 - Детализированная структурная схема системы

Далее определяется вероятность безотказной работы для каждого блока:

для блока I

$$P_I = P_{Б3Л} [1 - (1 - P_{НП1} \cdot P_{ОК1}) \cdot (1 - P_{НП2} \cdot P_{ОК2}) \cdot (1 - P_{НП3} \cdot P_{ОК3})], \quad (1.2)$$

для блока II

$$P_{II} = P_{Б2Л} [1 - (1 - P_{НП4} \cdot P_{ОК4}) \cdot (1 - P_{НП5} \cdot P_{ОК5})], \quad (1.3)$$

для блока III

$$P_{III} = P_{Б4Л} [1 - (1 - P_{НП6} \cdot P_{ОК6}) \cdot (1 - P_{НП7} \cdot P_{ОК7})], \quad (1.4)$$

для блока IV

$$P_{IV} = P_{Б2П} [1 - (1 - P_{НП12} \cdot P_{ОК12}) \cdot (1 - P_{НП13} \cdot P_{ОК13})], \quad (1.5)$$

для блока V

$$P_V = P_{БЗП} \cdot [1 - (1 - P_{НП14} \cdot P_{ОК14}) \cdot (1 - P_{НП15} \cdot P_{ОК15}) \cdot (1 - P_{НП16} \cdot P_{ОК16})], \quad (1.6)$$

для блока VI

$$P_{VI} = P_{П} \cdot P_{Б1}, \quad (1.7)$$

для блока VII

$$P_{VII} = 1 - (1 - P_{НП8} \cdot P_{ОК8}) \cdot (1 - P_{НП9} \cdot P_{ОК9}) \cdot (1 - P_{НП10} \cdot P_{ОК10}) \cdot (1 - P_{НП11} \cdot P_{ОК11}), \quad (1.8)$$

для блока VIII

$$P_{VIII} = P_{ДЦН} \cdot P_{Ф} \cdot P_{НР} \cdot P_{ТР}. \quad (1.9)$$

Укрупненная структурная схема функциональной системы показана на рисунке 3.

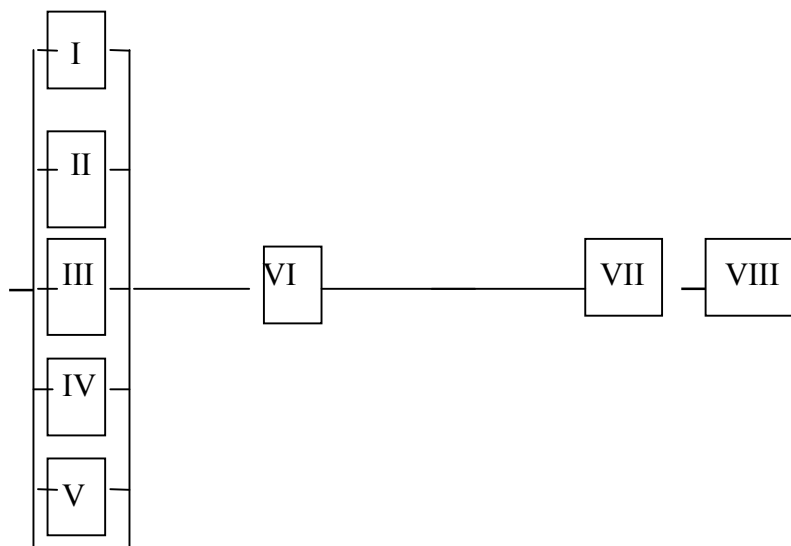


Рисунок 3 - Укрупненная структурная схема системы

Из схемы следует, что вероятность безотказной работы топливной системы будет равна

$$P_{\text{ФС}} = [1 - (1 - P_I) \cdot (1 - P_{II}) \cdot (1 - P_{III}) \cdot (1 - P_{IV}) \cdot (1 - P_V) \cdot P_{IV} \cdot P_{VII} P_{VIII}] \quad (1.10)$$

Расчет доводится до числовой оценки, подстановкой значений вероятности безотказной работы блоков и изделий в соответствии с таблицей В.1 приложения В и выполняется для $t = \overline{t_{\text{БП}}}, \tau_{\text{Ф1}}, \tau_{\text{Ф2}}, \tau_{\text{Ф3}}$.

Результаты определения показателей безотказности функциональной системы и ее изделий представлены в таблице Е.2 приложения Е.

По результатам расчетов, проведенных в данном разделе (на основании информации, представленной в таблице Е.2 приложения Е) необходимо:

- проанализировать значения показателей безотказности изделий, блоков и ФС в целом и динамику их изменения от наработки;
- выделить наименее надежные изделия и блоки и дать предложения по повышению безотказности ФС;
- выделить изделия, отказы которых влияют на безопасность полётов, отметив их знаком + в графе 8 таблицы Е.2 приложения Е.

1.2.3 Определение обобщенных показателей эксплуатационной технологичности летательных аппаратов

Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов оценивается совокупностью обобщенных и единичных показателей. Обобщенные показатели характеризуют эксплуатационную технологичность летательного аппарата с точки зрения потребных затрат времени и труда на проведение технического обслуживания и ремонта. Единичные показатели характеризуют лишь отдельные стороны эксплуатационной технологичности. Выбор состава обобщенных показателей эксплуатационной технологичности осуществляется, исходя из принятых структуры и совокупности показателей эффективности процесса технической эксплуатации летательного аппарата. Значения показателей эксплуатационной технологичности определяются на основе использования данных по техническому обслуживанию и ремонту, а также по действующим ресурсам самолетов, двигателей, комплектующих изделий [2].

В работе для заданного типа летательного аппарата предлагается определить значения следующих обобщенных показателей эксплуатационной технологичности:

- $K_{ОП}$ - удельная суммарная оперативная продолжительность технического обслуживания и ремонта;
- $K_{ОТ}$ - удельная суммарная оперативная трудоемкость технического обслуживания и ремонта;
- $P_y(t \leq t_3)$ – вероятность устранения отказа за заданное время t_3 .

Определение показателя удельной суммарной оперативной продолжительности технического обслуживания и ремонта ($K_{ОП}$);

Показатель удельной суммарной оперативной продолжительности технического обслуживания и ремонта ($K_{ОП}$) определяется из выражения

$$K_{\text{оп}} = \frac{t_{\text{оп}} + t_{\text{п}} + t_{\text{рем.с}}}{T_{\text{рес.с}}} + \frac{t_{\text{см}} \cdot \beta}{T_{\text{рес.д}} \cdot (1 - K_{\text{д}})}, \quad (1.11)$$

где $t_{\text{оп}}, t_{\text{п}}$ - суммарная оперативная продолжительность выполнения всех форм оперативного и периодического обслуживания, соответственно, за межремонтный ресурс самолета $T_{\text{рес.с}}$, ч;

$t_{\text{рем.с}}$ - средняя оперативная продолжительность ремонта самолета или суммарная средняя оперативная продолжительность всех ремонтных форм за $T_{\text{рес.с}}$, ч;

$t_{\text{см}}$ - средняя оперативная продолжительность замены двигателя, ч;

$T_{\text{рес.д}}$ - межремонтный ресурс двигателя, ч;

$K_{\text{д}}$ - коэффициент досрочных замен двигателей;

β - коэффициент, учитывающий количество замен двигателей, которые не совмещаются по времени с проведением периодических форм технического обслуживания и ремонта на самолете.

Значения $t_{\text{оп}}$ и $t_{\text{п}}$ определяются, исходя из принятых для каждого типа самолета форм технического обслуживания, периодичности и средних значений оперативной продолжительности их выполнения

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{А}} \cdot n_{\text{А}} + t_{\text{Б}} \cdot n_{\text{Б}}, \quad (1.12)$$

$$t_{\text{п}} = t_{\text{ф1}} \cdot n_{\text{ф1}} + t_{\text{ф2}} \cdot n_{\text{ф2}} + t_{\text{ф3}} \cdot n_{\text{ф3}}, \quad (1.13)$$

где $t_{\text{А}}, t_{\text{Б}}$ - средние значения оперативной продолжительности выполнения оперативных форм технического обслуживания самолета для форм А и Б;

$n_{\text{А}}, n_{\text{Б}}$ - общее число соответствующих форм обслуживания за $T_{\text{рес.с}}$;

$t_{\text{ф1}}, t_{\text{ф2}}, t_{\text{ф3}}$ - средние значения оперативной продолжительности выполнения периодических форм технического обслуживания самолета (Ф-1, Ф-2, Ф-3);

$n_{\Phi 2}$, $n_{\Phi 3}$ - общее число соответствующих форм обслуживания за $T_{\text{рес.с.}}$.

Общее число оперативных форм обслуживания за $T_{\text{рес.с.}}$ рекомендуется определять из выражений

$$n_A = \frac{1,1 \cdot T_{\text{РЕС.С.}}}{t_{\text{б.п}}}, \quad (1.14)$$

$$n_B = \frac{365 \cdot T_{\text{РЕС.С.}}}{\tau_{\text{ФБ}} \cdot T_{\text{ГСС}}} - n_{\text{п}}, \quad (1.15)$$

где $n_{\text{п}}$ - суммарное число периодических форм технического обслуживания, выполняемых за $T_{\text{рес.с.}}$;

$\tau_{\text{ФБ}}$ - периодичность выполнения формы Б в сутках представлена в таблице Б.1 приложения Б;

$T_{\text{ГСС}}$ - средний годовой налет на списочный самолет представлен в таблице Б.1 приложения Б.

Общее число периодических форм технического обслуживания $n_{\text{п}}$ за $T_{\text{рес.с.}}$ определяется с использованием данных о периодичности выполнения форм Ф-1, Ф-2, Ф-3 для заданного типа самолета (приложение Б). При этом используются следующие выражения

$$n_{\Phi 3} = \frac{T_{\text{РЕС.С.}}}{\tau_{\Phi 3}}, \quad (1.16)$$

$$n_{\Phi 2} = \frac{T_{\text{РЕС.С.}}}{\tau_{\Phi 2}} - n_{\Phi 3}, \quad (1.17)$$

$$n_{\Phi 1} = \frac{T_{\text{РЕС.С}}}{\tau_{\Phi 1}} - (n_{\Phi 3} + n_{\Phi 2}). \quad (1.18)$$

Необходимые для расчета исходные данные о $T_{\text{рес.с.}}$, $T_{\text{рес.д.}}$, $T_{\text{ГСС}}$, $t_{\text{рем}}$, $t_{\text{СМ}}$, β , $K_{\text{д}}$ и другие содержатся в приложениях Б, Г (таблица Б.1, таблица Г.1).

Результаты расчета представляются в приложении Е таблица Е.2.

Далее с использованием результатов расчета таблицы Е.2 и других необходимых исходных данных по выражению (1.11) определяется искомое значение $K_{\text{ОТ}}$.

Определение показателя удельной суммарной оперативной трудоемкости технического обслуживания и ремонта ($K_{\text{ОТ}}$).

Показатель удельной суммарной оперативной трудоемкости технического обслуживания и ремонта определяется из выражения

$$K_{\text{ОТ}} = \frac{T_{\text{оп}} + T_{\text{п}} + T_{\text{РЕМ.С}}}{T_{\text{РЕС.С}}} + \frac{(T_{\text{СМ}} + T_{\text{РЕМ.Д}}) \cdot n_{\text{Д}}}{T_{\text{РЕС.Д}} \cdot (1 - K_{\text{д}})} + \sum_{i=1}^{N_{\text{и}}} \frac{T_{\text{РЕМ.И}_i} \cdot n_{\text{И}_i}}{T_{\text{РЕС.И}_i} \cdot (1 - \alpha_{\text{И}_i})}, \quad (1.19)$$

где $T_{\text{оп}}$ - суммарная оперативная трудоемкость всех форм оперативного технического обслуживания, включая работы по устранению отказов и повреждений за $T_{\text{рес.с.}}$ чел.-ч;

$T_{\text{п}}$ - суммарная оперативная трудоемкость всех форм периодического обслуживания за $T_{\text{рес.с.}}$ чел.-ч;

$T_{\text{рем.с.}}$, $T_{\text{рем.д.}}$, $T_{\text{рем.и.}}$ - трудоемкость ремонта самолета, двигателя, i -го изделия соответственно, чел.-ч;

$T_{\text{СМ}}$ - трудоемкость замены двигателя, чел.-ч;

$T_{\text{рес.И}_i}$ - межремонтный ресурс i -го изделия, ч;

$\alpha_{\text{И}_i}$ - коэффициент досрочных замен i -го изделия;

n_d , n_{ii} - число двигателей и изделий каждого типа на самолете, заменяемых в пределах $T_{рес.д.}$ и $T_{рес.с.}$ соответственно;

N_{ii} - число типов изделий, заменяемых на самолете в пределах $T_{рем.с.}$

Величины $T_{оп}$ и $T_{п}$ определяются, исходя из принятых для самолета форм технического обслуживания в пределах $T_{рес.с.}$, средних значений оперативной трудоемкости каждой из форм и их числа за $T_{рес.с.}$

Исходные данные об оперативной трудоемкости форм технического обслуживания и ремонта приведены в приложении Г (таблица Г.2). Результаты расчета представляются в приложении Е (таблица Е.3).

Необходимые исходные данные для определения значения второго члена выражения (1.19) содержатся в приложении Г.

Третий член выражения (1.19) из-за отсутствия полных и достоверных исходных данных при выполнении практического занятия можно не рассчитывать, а принять его равным 10 % от удельной оперативной трудоемкости технического обслуживания и ремонта самолета для первого члена выражения (1.19).

Имея исходные данные для определения всех трех членов выражения (1.19), рассчитывается искомое значение показателя $K_{от}$ для рассматриваемого типа самолёта.

2 Выбор рациональных стратегий технического обслуживания изделий функциональной системы

В зависимости от имеющихся возможностей определения работоспособного состояния изделий в процессе эксплуатации и от принятого критерия для установления сроков их замен на самолете различают следующие стратегии эксплуатации: до выработки ресурса, до отказа, до предотказового состояния [4].

Выбор наиболее рациональной стратегии использования изделий производится в соответствии с рисунком 1 и 2 с учетом результатов анализа, выполненного в предыдущих разделах практического занятия.

Последовательность действий при выборе стратегий использования изделий функциональной системы показана на рисунке 4.

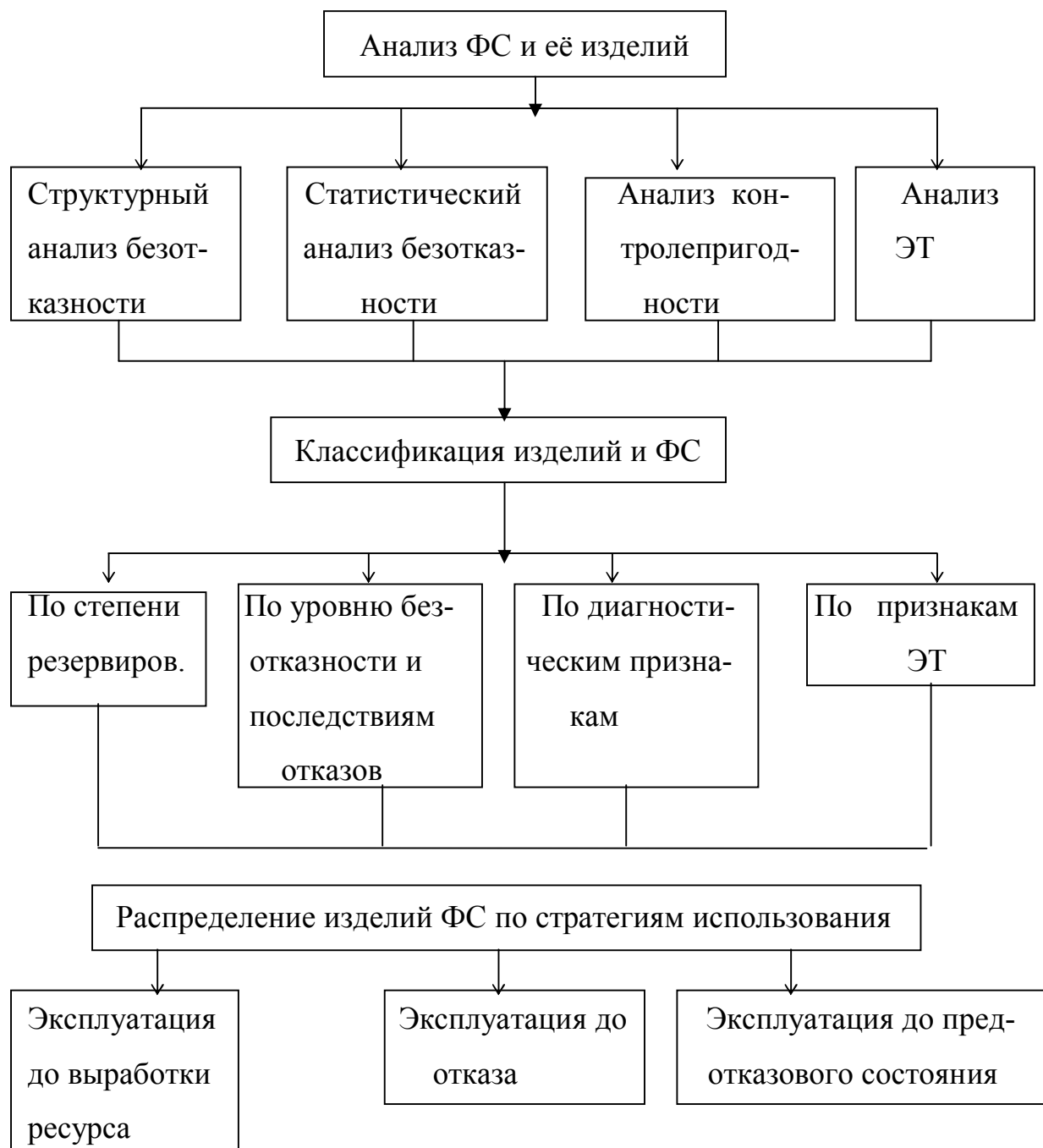


Рисунок 4 – Последовательность действий при выборе стратегий использования изделий функциональной системы

Различают стратегии: технического обслуживания по наработке (ТОНАР); технического обслуживания по состоянию с контролем параметров (ТОСКП); технического обслуживания по состоянию с контролем уровня надежности (ТОСКУН).

Логическая схема выбора рациональных стратегий использования и технического обслуживания для изделий функциональной системы показана на рисунке 5.



Рисунок 5 - Логическая схема выбора рациональных стратегий использования и технического обслуживания для изделий функциональной системы

При ТОНАР перечень и периодичность выполнения операций определяются значением наработки изделий с начал эксплуатации или после капитального ремонта.

При ТОСКП изделие используется до предотказового состояния, межремонтный ресурс не устанавливается. Критерием технического состояния изделия является значение контролируемого параметра или совокупности параметров [6].

При ТОСКУН изделие используется до безопасного отказа, межремонтный ресурс не устанавливается. Техническое обслуживание содержит работы по регулировке, калибровке, обнаружению отказов и их устранению. Критерием технического состояния является уровень надежности совокупности однотипных изделий.

Для каждой стратегии эксплуатации можно выбрать определенные, отличающиеся наибольшей эффективностью стратегии технического обслуживания, обозначены «+» в приложении В (таблица В.2).

Результаты логического выбора стратегий использования изделий рассматриваемой функциональной системы в соответствии с рисунками 4 и 5 последующее формирование наиболее рациональных стратегий технического обслуживания изделий, с соответствии с приложением В таблицы В.2, должны быть обобщены и представлены в приложении Е (таблица Е.4).

2.1. Определение оптимального регламента технического обслуживания функциональной системы летательного аппарата

Определение оптимального регламента технического обслуживания функциональной системы летательного аппарата выполняется в два этапа:

- определение оптимальной периодичности технического обслуживания изделий $t_{\text{пр.опт.}}$;
- определение группировки работ по техническому обслуживанию изделий в оптимальные формы регламента функциональной системы летательного аппарата.

Под периодичностью технического обслуживания изделий ($t_{\text{пр}}$) понимается интервал времени или наработки между данным видом технического обслуживания и последующим таким же видом или другим большей сложности.

2.2 Определение периодичности технического обслуживания изделий функциональной системы летательного аппарата

В зависимости от эксплуатационно-технических характеристик изделий функциональной системы определение $t_{\text{пр.опт.}}$ представлены в приложении В (таблица В.3, таблица В.4), производится различными методами с использованием различных критериев оптимизации.

2.3 Определение периодичности технического обслуживания изделий индивидуальным методом

Для изделий, отказ которых влияет на безопасность полетов и для которых не представляется возможным определить предотказовое состояние в связи с отсутствием контролируемого параметра, рекомендуется применять индивидуальный метод определения ($t_{\text{пр.опт.}}$). Графическая интерпретация метода представлена на рисунке 6.

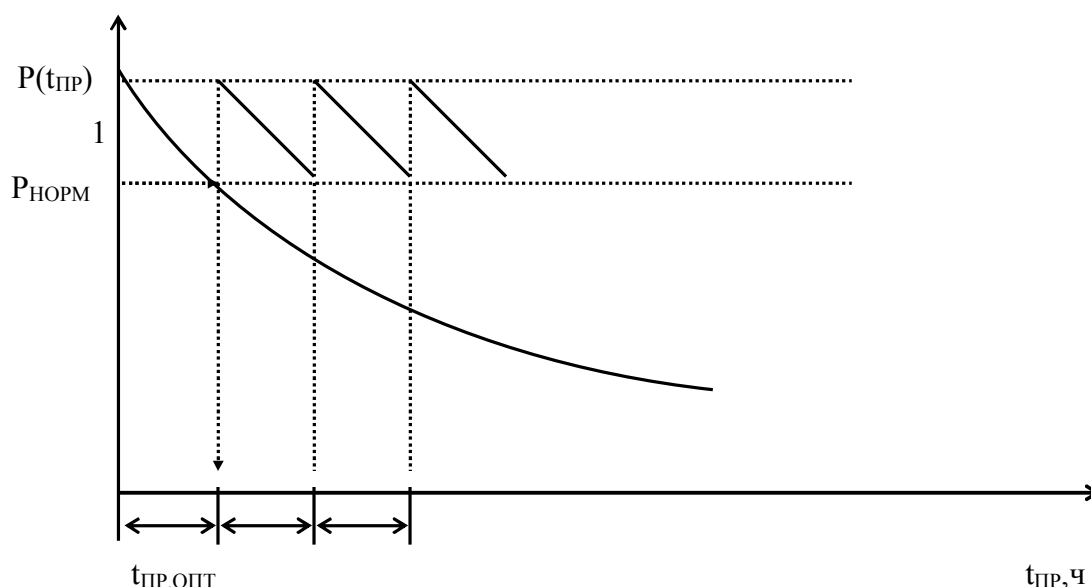


Рисунок 6 – Схема определения $t_{\text{пр.опт.}}$ изделий функциональных систем индивидуальным методом

Исходной информацией для расчета является характеристика безотказности рассматриваемого изделия - параметр потока отказов $\omega_0(t)$, значения которого даны в таблице А.1 приложения А.

Вероятность безотказной работы изделия за период между формами технического обслуживания $P(t_{\text{пр}})$ определяется подстановкой различных значений $t_{\text{пр}}$ в основное уравнение метода

$$P(t_{\text{П Т}}) = e^{-\omega_0 \cdot t_{\text{П Т}}} \quad (2.1)$$

Результаты расчета для изделий функциональной системы, оптимальная периодичность технического обслуживания которых определяется по критерию $P(t_{\text{пр}}) \geq P_{\text{норм.}}$, заполняются в приложении Е (таблица Е.4).

2.4 Определение периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим трудоемкость обслуживания

Для изделий, отказы которых не оказывают заметного влияния на безопасность полётов, определение оптимальной периодичности $\Pi(t_{\text{пр}})$ осуществляют с учетом экономических показателей. В данном случае максимизируют отношение вероятности безотказной работы изделия в межпрофилактический период $P(t_{\text{пр}})$ к трудоемкости его технического обслуживания (и текущего ремонта) за $t_{\text{пр}}$ с учетом устранения отказов в случаях их появления $T_{\text{ТОиР}}$

$$\Pi(t_{\text{пр}}) = \left[\frac{P(t_{\text{ПР}})}{T_{\text{ТОиР}}} \right]_{\text{max}} \quad (2.2)$$

В данном случае $T_{\text{ТОиР}}$ представляется в виде двух слагаемых:

- трудоемкости плановых (профилактических) работ $T_{ТО}$;
- трудоёмкости работ по устранению неисправностей и отказов (текущего ремонта) T_P

$$T_{ТОиР} = T_{ТО} + T_P. \quad (2.3)$$

В свою очередь

$$T_{ТО} = \overline{T_{ТО}} \cdot \frac{\tau_{пт}}{t_{пт}}, \quad (2.4)$$

$$T_P = \overline{T_P} \cdot \omega_0 \cdot t_{пт}, \quad (2.5)$$

где $\overline{T_{ТО}}$, $\overline{T_P}$ - средние значения трудоемкости разового планового обслуживания и устранения неисправности или отказа, соответственно;

$\tau_{пт}$ - действующая периодичность технического обслуживания изделия;

$t_{пт}$ - варьируемая периодичность технического обслуживания;

ω_0 - параметр потока отказов изделия (статистическая оценка).

Развернутое выражение для определения оптимальной периодичности $\Pi(t_{пт})$ имеет вид

$$\Pi(t_{пт}) = \left[\frac{e^{-\omega_0 \cdot t_{пт}}}{\overline{T_{ТО}} \cdot \frac{\tau_{пт}}{t_{пт}} + \overline{T_P} \cdot \omega_0 \cdot t_{пт}} \right]_{\max}. \quad (2.6)$$

Необходимые для расчета исходные данные можно получить из приложения А.

Для тех изделий функциональной системы, из числа включенных в приложение А, оптимальная периодичность технического обслуживания которых определяется по критерию $\Pi(t_{\text{пр}}) \rightarrow \max$, результаты расчета представляются в приложении Е (таблица Е.5).

Для каждого из изделий в графе 2 задаются различные значения $t_{\text{пр}}$. Определяются значения $P_{\bar{H}}(t_{\text{пр}}) = e^{-\omega_H \cdot t_{\text{пр}}}$, $P_O(t_{\text{пр}}) = 1 - e^{-\omega_O \cdot t_{\text{пр}}}$, $P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр}})$, $\Pi(t_{\text{пр}})$, $T_{\text{ТОиР}}$, $t_{\text{пр.опт}}$ и для одного из изделий дается графическое изображение зависимостей $P(t_{\text{пр}})$, $T_{\text{ТОиР}}$ и $\Pi(t_{\text{пр}})$ от $t_{\text{пр}}$.

Характер изменения $P(t_{\text{пр}})$, $T_{\text{ТОиР}}$, $\Pi(t_{\text{пр}})$ в зависимости от $t_{\text{пр}}$ показан на рисунке 7.

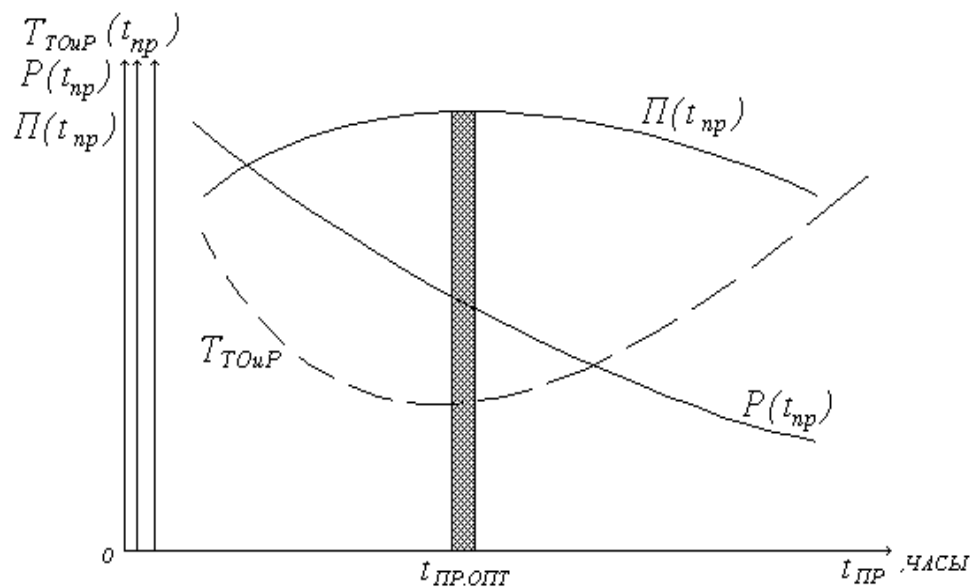


Рисунок 7 – Характер изменения $P(t_{\text{пр}})$, $T_{\text{ТОиР}}$, $\Pi(t_{\text{пр}})$ в зависимости от $t_{\text{пр}}$

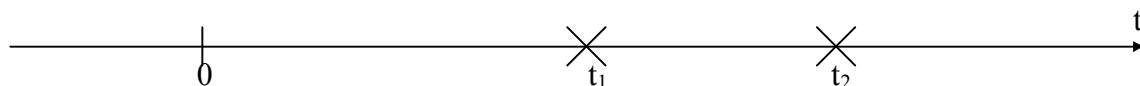
Оптимальное значение $t_{\text{пр.опт}}$ находится в зоне максимального значения $\Pi(t_{\text{пр}})_{\max}$.

2.5 Определение периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим время развития неисправности в отказ

Для изделий, отказ которых влияет на безопасность полетов, но для которых представляется возможность определить предотказовое состояние, регламентируется применять метод определения $t_{\text{пр.опт.}}$, основанный на анализе закономерностей развития отказов.

Предполагается, что с устранением неисправностей в установленные сроки предупреждается развитие отказов.

Модель развития отказа показана на рисунке 8.



$0 - t_1$ - время развития неисправности;

t_1 - момент появления неисправности;

$t_1 - t_2$ - время развития отказа;

t_2 - момент возникновения отказа.

Рисунок 8 – Модель развития отказа

Для оптимизации сроков выполнения технического обслуживания и ремонта максимизируется вероятность совместного события - возникновение неисправности и не появление отказа $P_{H,\bar{O}}(t)$

$$P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр}}) = \left[\frac{\omega_H}{\omega_0 - \omega_H} \cdot (e^{-\omega_H \cdot t_{\text{пр}}} - e^{-\omega_0 \cdot t_{\text{пр}}}) \right]_{\text{max}}, \quad (2.7)$$

где $t_{пр}$ - периодичность технического обслуживания;

ω_H, ω_0 - параметр потока неисправностей и отказов, соответственно.

Необходимые для расчёта исходные данные для тех изделий, периодичность которых определяется по критерию $P_{H,\bar{O}}(t_{пр}) \rightarrow \max$, ω_H, ω_0 можно получить из приложения А. Результаты расчёта представляются в приложении Е (таблица Е.6).

Для каждого из изделий в графе 2 задается 4-5 значений $t_{пр}$.

В графе 2 задаются различные значения $t_{пр}$. Определяются значения $P_{H,\bar{O}}(t_{пр})$,

$$P_{\bar{H}}(t_{пр}) = e^{-\omega_H t_{пр}}, \quad (2.8)$$

$$P_O(t_{пр}) = 1 - e^{-\omega_0 t_{пр}}, \quad (2.9)$$

по выражению (2.7), а для одного из изделий дается графическое изображение зависимостей $P_O(t_{пр}) = f(t_{пр})$, $P_{\bar{H}}(t_{пр}) = f(t_{пр})$, $P_{H,\bar{O}}(t_{пр}) = f(t_{пр})$.

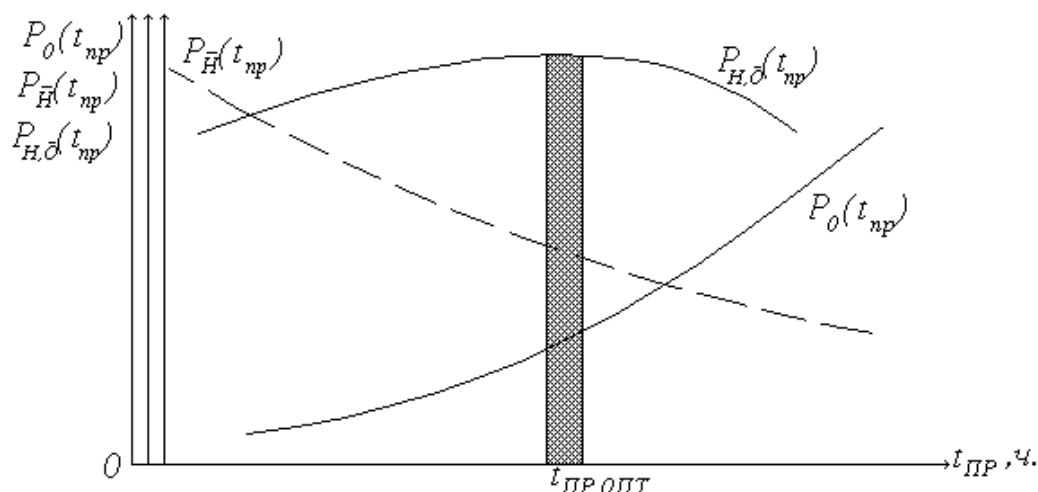


Рисунок 9 – Характер изменения $P_{\bar{H}}(t_{пр}), P_O(t_{пр}), P_{H,\bar{O}}(t_{пр})$ в зависимости от $t_{пр}$

Оптимальные значения $t_{\text{пр.опт.}}$ будут при максимальном значении $P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пт}})_{\text{max}}$.

Итоговые результаты определения $t_{\text{пр.опт.}}$ для всех изделий функциональной системы с использованием различных методов представляются в приложении Е (таблица Е.7).

2.6 Контрольные вопросы

По результатам выполненной работы ответить на следующие вопросы:

- 1 Назвать режимы технического обслуживания летательных аппаратов.
- 2 Назвать способ выделения изделий функциональных систем, отказы которых влияют на безопасность полетов.
- 3 Дать классификацию стратегий технического обслуживания изделий функциональных систем.
- 4 Назвать способ выбора рациональных стратегий технического обслуживания для конкретных изделий функциональных систем.
- 5 Дать классификацию методов определения периодичности технического обслуживания изделий и критерии оптимизации.

2.7 Требования к содержанию отчета

При оформлении практического занятия необходимо соблюдать определенные требования. Изложение материалов практического занятия должно быть конкретным и четким. Заимствованные цитаты, таблицы и другие материалы должны иметь ссылку на источник. В тексте необходимо соблюдать единую техническую терминологию, принятую в методических указаниях.

Оформление материала, изложенного в отчете по практическому занятию, производится в соответствии с СТО 02069024,101-2010 «Работы студенческие, Общие требования и правила оформления».

Текст отчета по практическому занятию должен быть написан разборчиво на одной стороне листа формата А4 (297х210 мм). Числовые значения в формулах объясняются. Окончательный результат приводится с указанием размерности. Таблицы, помещенные в тексте, должны иметь номера и названия. При приведении результатов расчетов в табличной форме даются примеры расчетов с подстановкой исходных данных в расчетные формулы. Графики, схемы, рисунки следует выполнять на листах миллиметровой бумаги формата А4. Рисунки должны иметь номера и подрисуночные подписи. На графиках указывать масштаб и размерность изображаемых величин. На все таблицы и графики в тексте должны быть ссылки.

В тексте необходимо выделить заголовки отдельных частей отчета по практическому занятию, их разделов и подразделов в соответствии с содержанием. В конце отчета по практическому занятию приводится литература, используемая при выполнении практического занятия.

2.8 Порядок выполнения работы

Преподаватель на установочной лекции дает рекомендации по выполнению практического занятия, уточняет объем и глубину проработки отдельных заданий, проводит консультации.

Объектом исследования является летательный аппарат, функциональная система (подсистема) и ее изделия. Тип летательного аппарата, функциональная система (подсистема), изделия выбираются преподавателем с учетом пожеланий студента.

Все необходимые исходные данные для выполнения практического занятия содержатся в приложениях к методическим указаниям.

Для выполнения практического занятия студенты изучают методические указания, получают от преподавателя варианты задания и решают задачи определения периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем.

После выполнения практического занятия студент предъявляет преподавателю отчет, который включает:

- письменные ответы на вопросы для самопроверки (1, 2, 3, 4, 5);
- исходные данные своего варианта (приложение Ж, таблица Ж.1);
- изложение порядка решения задачи (выбор для каждого из изделий стратегий технического обслуживания, метода определения $t_{\text{пр.опт.}}$ и критерия оптимизации (приложение Ж, таблица Ж.2);
- определение периодичности технического обслуживания всех изделий, включенных в вариант задания, с использованием для каждого из них «своего» критерия оптимизации;
- индивидуальный метод (приложение Ж, таблица Ж.3);
- метод, учитывающий трудоемкость технического обслуживания и ремонта (приложение Ж, таблица Ж.4);
- метод, учитывающий время развития неисправности в отказ (приложение Ж, таблица Ж.5);
- оформление окончательных результатов (приложение Ж, таблица Ж. 6);
- выводы по результатам.

2.9 Расчет показателей эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов

1 Определяем исходные данные для варианта (приложение Д, таблица Д. 1) и заполняем в приложении Ж таблицу Ж.1.

2 Для каждого изделия выбираем соответствующую стратегию технического обслуживания, метод определения $t_{\text{пр}}$ и критерий оптимизации, заполняем в приложении Ж таблицу Ж.2.

3 Определяем оптимальную периодичность технического обслуживания изделий.

4 Применяем индивидуальный метод. Результаты расчёта оформляются в виде таблицы Ж.3 приложения Ж.

Вероятность безотказной работы изделия за период между формами технического обслуживания $P(t_{\text{пр}})$ определяется подстановкой различных значений $t_{\text{пр}}$ в основное уравнение метода

$$P(t_{\text{пр}}) = e^{-\omega_0 \cdot t_{\text{пр}}} . \quad (2.10)$$

5 Используем метод, учитывающий трудоемкость технического обслуживания и ремонта. Результаты расчёта оформляются в виде таблицы Ж.4 приложения Ж.

Для изделий, отказы которых не оказывают заметного влияния на безопасность полётов, определение оптимальной периодичности $\Pi(t_{\text{пр}})$ осуществляют с учетом экономических показателей. В данном случае максимизируют отношение вероятности безотказной работы изделия в межпрофилактический период $P(t_{\text{пр}})$ к трудоемкости его технического обслуживания (и текущего ремонта) за $t_{\text{пр}}$ с учетом устранения отказов в случаях их появления $T_{\text{ТОиР}}$

$$\Pi(t_{\text{пр}}) = \left[\frac{P(t_{\text{пр}})}{T_{\text{ТОиР}}} \right]_{\text{max}} . \quad (2.11)$$

6 Используем метод, учитывающий время развития неисправности в отказ. Результаты расчёта представляются в виде таблиц (таблица Ж. 5 и таблица Ж. 6).

Для изделий, отказ которых влияет на безопасность полетов, но для которых представляется возможность определить предотказовое состояние, регламентируется применять метод определения $t_{\text{пр.опт.}}$, основанный на анализе закономерностей развития отказов.

Для оптимизации сроков выполнения технического обслуживания и ремонта максимизируется вероятность совместного события - возникновение неисправности и не появление отказа $P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр}})$

$$P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр}}) = \left[\frac{\omega_H}{\omega_0 - \omega_H} \cdot (e^{-\omega_H \cdot t_{\text{пр}}} - e^{-\omega_0 \cdot t_{\text{пр}}}) \right]_{\text{max}}, \quad (2.12)$$

где $t_{\text{пр}}$ - периодичность технического обслуживания;

ω_H, ω_0 - параметр потока неисправностей и отказов, соответственно.

Необходимые для расчёта исходные данные для тех изделий, периодичность которых определяется по критерию $P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр}}) \rightarrow \text{max}$, ω_H, ω_0 можно получить из приложения А. Результаты расчёта представляются в виде таблицы (таблица Е.6).

7 Делаем выводы по результатам.

Список использованных источников

- 1 Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. для вузов / Ю. З. Житников [и др.]; под общ. ред. Ю. З. Житникова. - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 656 с.
2. Смирнов, Н. Н. Основы теории эксплуатации авиационной техники: пособие по выполнению курсовой работы / Н. Н. Смирнов, Е. Д. Герасимова. - М. : МГТУ ГА, 2007. - 68 с.
- 3 Чинючин, Ю. М. Технологические процессы технического обслуживания летательных аппаратов / Ю. М. Чинючин. - М. : Унив. кн., (Йошкар-Ола), 2008. – 408 с.
- 4 Смирнов, Н. Н. Современные проблемы технической эксплуатации воздушных судов / Н. Н. Смирнов, И. Ф. Поляков. - М. : МГТУ ГА, 2007. - 81 с.
- 5 Чинючин, Ю. М. Система учета исправности и использования ЛА в эксплуатационных предприятиях ГА : методические указания по выполнению лабораторной работы / Ю. М. Чинючин, С. Г. Рыбкина. - М. : МИИГА, 1981. - 34 с.
- 6 Чинючин, Ю. М. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники : в 2 ч. / Ю.М. Чинючин, И. Ф. Полякова. - М. : МГТУ ГА, 2006. - Ч.2. - 73 с.
- 7 Чинючин, Ю. М. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники : в 2 ч. / Ю. М. Чинючин, И. Ф. Полякова. - М. : МГТУ ГА, 2004. - Ч.1. - 80 с.
- 8 Далецкий, С. В. Эффективность технической эксплуатации самолетов гражданской авиации / С .В. Далецкий, О. Я. Деркач, А. Н. Петров. - М. : Воздушный транспорт, 2002. – 216 с.
- 9 Далецкий, С. В. Проблемы формирования системы технического обслуживания и ремонта воздушных судов гражданской авиации / С. В. Далецкий. - М. : МАИ, 2001. - 135 с.

Приложение А (справочное)

Данные о надежности, действующей периодичности технического обслуживания изделий, трудоемкости обслуживания и устранения неисправностей технической эксплуатации летательных аппаратов

Таблица А.1 - Данные о надежности, действующей периодичности технического обслуживания изделий, трудоемкости обслуживания и устранения неисправностей технической эксплуатации летательных аппаратов

Наименование ФС и изделий	Параметр потока отказов $\omega_0(t)$	Параметр потока неисправностей $\omega_H(t)$	Среднее время устранения неисправности t_y , ч	Действующая периодичность ТО изделия $\tau_{пр}$, ч	Средняя трудоемкость, чел.-ч.	
					Технического обслуживания $T_{ТО}$	Устранения неисправности T_p
1	2	3	4	5	6	7
1. Гидравлическая система						
Клапан обратный	$0,7 \cdot 10^{-5}$	—	0,5	900	0,15	1,0
Гидронасос	$0,3 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	0,6	300	0,15	0,8
Гидроаккумулятор	$0,2 \cdot 10^{-4}$	—	0,8	900	0,4	1,1
Клапан предохранительный	$4,1 \cdot 10^{-4}$	—	0,6	300	0,2	1,1
Гидроцилиндр	$0,5 \cdot 10^{-5}$	—	0,8	900	0,3	1,2
Кран электромагнитный	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,5	300	0,15	1,3
Фильтр	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,3	300	0,4	0,6
Клапан челночный	$0,8 \cdot 10^{-6}$	—	0,6	900	0,2	1,1
Реле давления	$1,2 \cdot 10^{-5}$	—	0,4	300	0,15	0,7
Гидробак	$2,5 \cdot 10^{-6}$	—	1,1	900	0,3	1,0
Трубопровод	$1,6 \cdot 10^{-6}$	-	0,9	900	0,4	1,3

Продолжение таблицы А. 1

1	2	3	4	5	6	7
2. Топливная система						
Топлив- ный бак	$1,2 \cdot 10^{-6}$	—	1,7	900	0,5	2,3
Перекрыв- ной кла- пан	$2,3 \cdot 10^{-5}$	—	0,4	300	0,2	1,2
Фильтр	$0,2 \cdot 10^{-5}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	0,3	300	0,4	0,8
Расходо- мер	$0,7 \cdot 10^{-4}$	—	0,5	300	0,3	0,9
Подкачи- вающий насос	$2,4 \cdot 10^{-5}$	—	1,2	900	0,15	1,2
Порцио- нер	$3,7 \cdot 10^{-5}$	—	0,6	300	0,4	1,1
Центробе- жный насос	$4,2 \cdot 10^{-5}$	—	0,4	900	0,3	1,3
Перекачи- вающий насос	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	0,5	900	0,2	1,2
Обратный клапан	$3,6 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	0,4	300	0,3	1,2
Насос регулятор	$2,3 \cdot 10^{-5}$	—	0,8	900	0,4	1,4
Трубопро- вод	$1,4 \cdot 10^{-6}$	—	0,9	900	0,4	1,3

Продолжение таблицы А. 1

1	2	3	4	5	6	7
3. Система кондиционирования воздуха						
Воздухо-воздушный радиатор	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	0,9	900	0,4	2,0
Турбохолодильник	$2,3 \cdot 10^{-5}$	—	0,9	300	0,5	1,2
Обратный клапан	$2,7 \cdot 10^{-6}$	—	0,3	900	0,2	1,1
Заслонка регулирующая	$3,2 \cdot 10^{-4}$	—	1,2	300	0,25	1,1
Регулятор давления	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,9	900	0,15	0,9
Распределительный кран	$6,8 \cdot 10^{-5}$	—	0,4	900	0,2	1,2
Фильтр	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	0,3	300	0,4	0,8
Запорный кран	$2,3 \cdot 10^{-5}$	—	0,6	900	0,3	0,9
Эжектор	$0,8 \cdot 10^{-4}$	—	1,1	300	0,3	1,1
Воздухозаборник	$0,5 \cdot 10^{-5}$	—	1,2	900	0,2	1,2

Продолжение таблицы А. 1

1	2	3	4	5	6	7
4. Система регулирования давления						
Электро-клапан переключения	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	0,9	300	0,5	1,4
Регулятор избыточного давления	$0,3 \cdot 10^{-5}$	—	0,9	300	0,4	1,2
Фильтр	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	0,3	300	0,4	0,9
Клапан выпускной	$0,8 \cdot 10^{-5}$	—	0,3	900	0,3	1,2
Предохранительный клапан	$0,9 \cdot 10^{-4}$	—	0,4	900	0,2	1,3
Командный прибор	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	1,2	300	0,5	1,7
Сигнализатор давления	$1,1 \cdot 10^{-4}$	—	0,5	300	0,3	0,9
Челночный клапан	$0,8 \cdot 10^{-4}$	—	0,8	900	0,2	1,2
Обратный клапан	$2,7 \cdot 10^{-5}$	—	0,6	900	0,2	1,2
Кран разгерм.	$3,3 \cdot 10^{-4}$	—	0,7	300	0,3	1,3

Приложение Б (справочное)

Данные для определения обобщённых показателей эксплуатационной технологичности летательных аппаратов

Таблица Б.1 - Данные обобщённых показателей эксплуатационной технологичности летательных аппаратов

Тип само-лёта	Тип двига-теля	Ресурс до ре-монта само-лёта $T_{\text{РЕС.С, ч}}$	Ресурс до ре-монта двига-теля $T_{\text{РЕС.Д, ч}}$	Действующая перио-дичность ТО, ч. налёта				Сред. длит. беспоса-дочного полёта, $\bar{t}_{\text{БП, ч}}$	Коэф. досроч-ных замен дви-гателей, K_d	Сред. годовой налёт самоле-та, $T_{\text{ГСС, ч}}$
				$\tau_{\text{ф1}}$	$\tau_{\text{ф2}}$	$\tau_{\text{ф3}}$	$\tau_{\text{фБ СУТ.}}$			
Ту-134	Д-30	6000	3500	300	900	1800	7	1,5	0,06	2000
Ту-154М	Д-30КУ-154	15000	5000	500	1000	2000	10	2,2	0,06	2300
Як-40	АИ-25	6000	5000	200	600	1200	7	1,1	0,04	1800
Як-42	Д-36	12000	6000	300	900	1800	7	2,0	0,05	2100
Ил-62М	Д-30КУ	10000	5000	300	900	1800	10	4,5	0,06	2600
Ил-86	НК-86	12000	3500	300	900	1800	15	3,2	0,07	1800
Ан-24	АИ-24	5000	5000	300	600	1200	7	1,0	0,04	1600

Приложение В

(справочное)

Данные для расчета вероятности безотказной работы функциональной системы в целом. Взаимосвязь стратегий эксплуатации и технического обслуживания функциональной системы. Классификация методов определения $t_{пр.опт.}$ для изделий функциональной системы. Математическое обеспечение и критерии оптимизации

Таблица В.1 - Оценка $P(t)$ функциональной системы методом структурных схем

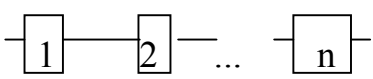
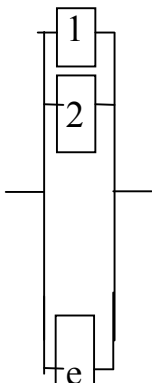
Элемент структурной схемы		Вероятность безотказной работы	Примечания
Соединение	Графическое изображение		
Последовательное		$P(t) = \prod_{j=1}^m P_j(t)$	$P_j(t)$ – вероятность безотказной работы j -го изделия. m – количество изделий, соединенных последовательно. e – количество изделий, соединенных параллельно.
Параллельное		$P(t) = 1 - \prod_{j=1}^e [1 - P_j(t)]$	

Таблица В.2 – Взаимосвязь стратегий эксплуатации и технического обслуживания функциональной системы

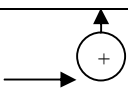
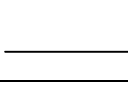
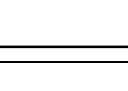
Стратегии эксплуатации (использования)	Стратегии ТО		
	по наработке	по состоянию с контролем параметров	по состоян. с контролем уровня надёж
	ТОНАР	ТОСКП	ТОСКУН
До выработки ресурса			
До предотказового состояния			
До отказа			

Таблица В.3 – Классификация методов определения $t_{\text{пр.опт.}}$ для изделий функциональной системы

Степень влияния отказа изделия на безопасность полётов	Рекомендованная стратегия ТО	Наименование метода
2	3	4
Отказ влияет на безопасность полётов	ТОНАР	Индивидуальный
Отказ не влияет на безопасность полётов	ТОСКУН	С учётом трудоёмкости ТО и Р
Отказ влияет на безопасность полётов, возможно определить предотказовое состояние	ТОСКП	С учётом развития неисправности в отказ

Таблица В.4. – Математическое обеспечение и критерии оптимизации

Математическое обеспечение метода	Критерий оптимизации	Примечание
$P(t_{\text{пт}}) = e^{-\omega_0 \cdot t_{\text{пт}}}$	$P(t_{\text{пт}}) \geq P_{\text{НОРМ}}$	$P_{\text{НОРМ}}$ – задаётся из условия обеспечения безопасности полётов. $P(t_{\text{пт}})$ – вероятность безотказной работы за $t_{\text{пт}}$. ω_0 – параметр потока отказ.
$\Pi(t_{\text{пр}}) = \frac{P(t_{\text{пр}})}{T_{\text{ТОиР}}(t_{\text{пр}})}$	$\Pi(t_{\text{пр}}) \rightarrow \max$	$T_{\text{ТОиР}}$ – трудоёмкость ТО и Р изделия, чел.-ч.
$P_{\text{Н,О}}(t_{\text{пт}}) = \frac{\omega_{\text{Н}}}{\omega_0 - \omega_{\text{Н}}} \cdot (e^{-\omega_{\text{Н}} \cdot t_{\text{пт}}} - e^{-\omega_0 \cdot t_{\text{пт}}})$	$P_{\text{Н,О}}(t_{\text{пт}}) \rightarrow \max$	$P_{\text{Н,О}}$ – вероятность появления неисправности и непооявления отказа изделия за $t_{\text{пр}}$. $\omega_0, \omega_{\text{Н}}$ – параметры потока отказов и неисправностей, соответственно.

Приложение Г (справочное)

Данные об оперативной продолжительности и трудоёмкости технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов

Таблица Г.1 - Данные об оперативной продолжительности технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов

Тип самолёта	Оперативная продолжительность ТОиР, часы							Коефф. несовпадения замен двигателя с периодич. формами, β	Время стоянки в транзитных а/п, $\bar{t}_{СТ.М}$, ч.
	t_A	t_B	$t_{\Phi 1}$	$t_{\Phi 2}$	$t_{\Phi 3}$	Замена двигателя, t_{CM}	Ремонт самолёта, $t_{РЕМ.С}$		
Ту-134	1,1	5,4	13,0	30,0	60,0	12,0	650,0	0,5	0,6
Ту-154М	1,3	8,5	29,0	45,0	80,0	16,5	900,0	0,4	0,75
Як-40	1,0	5,5	12,5	30,0	60,0	12,5	700,0	0,4	0,6
Як-42	1,2	8,0	29,0	60,0	85,0	16,8	660,0	0,5	0,75
Ан-24	0,9	5,0	14,0	29,0	45,0	12,0	650,0	0,4	0,6
Ил- 62М	2,0	11,0	30,0	60,0	100,0	16,0	1100,0	0,5	1,0
Ил-86	2,1	13,0	40,0	95,0	150,0	23,0	1400,0	0,45	1,1

Таблица Г.2 - Данные об оперативной трудоёмкости технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов

Тип самолёта	Оперативная трудоёмкость ТО и Р ЛА, чел.-ч							
	T_A	T_B	$T_{\Phi 1}$	$T_{\Phi 2}$	$T_{\Phi 3}$	Замена двигателя, T_{CM}	Ремонт самолёта, $T_{РЕМ.С}$	Ремонт двигателя, $T_{РЕМ.Д}$
Ту-134	4,1	12,0	200	330	500	36	17800	2300
Ту-154М	5,5	15,0	300	500	700	54	37000	3400
Як-40	3,0	9,0	90	140	250	36	17300	850
Як-42	6,5	17,0	270	500	770	54	35000	2500
Ан-24	3,2	7,0	120	200	310	36	15000	1050
Ил- 62М	9,5	15,0	400	670	1040	54	44500	3200
Ил-86	12,0	35,0	470	900	2400	86	53000	5200

Приложение Д (справочное)

Исходные данные для решения задачи по выбранному варианту задания

Таблица Д.1 - Исходные данные для решения задачи по выбранному варианту

Ва- ри- ант	№ изде- лия	Влияние отказа изделия па БП	Возможн. определ. преотказ. состояния.	Действ. перио- дичн. $\tau_{пр.,ч.}$	ω_0	ω_H	$\overline{T_{ТО}}$, чел.-ч.	$\overline{T_P}$, чел.- ч.
1	1	+	-	300	$0,8 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	0,15	1,0
	2	-	-	600	$0,3 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,15	0,87
	3	+	+	300	$1,2 \times 10^{-3}$	$0,6 \times 10^{-2}$	0,2	1,1
	4	+	+	300	$0,7 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,3	1,2
	5	-	-	900	$0,5 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$	0,15	1,3
2	1	-	-	600	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,15	0,7
	2	+	+	300	$1,1 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,3	1,0
	3	-	-	300	$0,8 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	0,2	1,2
	4	+	-	900	$2,3 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-2}$	0,4	0,6
	5	+	+	600	$0,7 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,5	1,5
3	1	+	+	900	$1,1 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,2	1,6
	2	-	-	300	$0,8 \times 10^{-4}$	$0,5 \times 10^{-3}$	0,3	0,9
	3	+	-	300	$3,1 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	0,15	0,8
	4	-	-	600	$2,3 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,3	1,0
	5	+	+	300	$1,9 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-3}$	0,4	1,1
4	1	-	-	600	$1,2 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,15	0,7
	2	+	-	300	$1,1 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,2	1,1
	3	+	+	900	$0,9 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,25	0,9
	4	-	-	300	$0,7 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	0,4	1,4
	5	+	+	600	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,2	1,3

Продолжение таблицы Д.1

Ва- ри- ант зада- ния	№ изде- лия	Влияние отказа изделия на БП	Возмож- ность опре- деления предотказ. состояния	Действ. перио- дичн. $\tau_{пр.,ч.}$	ω_0	ω_H	$\overline{T_{ТО}},$ чел.- ч.	$\overline{T_P},$ Чел.-ч.
5	1	+	+	900	$0,8 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,3	0,9
	2	+	-	600	$0,6 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	0,2	1,1
	3	-	-	300	$0,7 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-3}$	0,15	0,8
	4	+	+	300	$1,1 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,4	1,5
	5	-	-	600	$2,1 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,2	1,7
6	1	-	-	900	$2,8 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	0,4	0,9
	2	+	-	600	$1,2 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,5	1,7
	3	+	+	300	$0,7 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	0,3	0,8
	4	+	+	300	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	0,2	1,2
	5	-	-	600	$2,1 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-3}$	0,3	1,3
7	1	+	+	600	$0,3 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,2	1,3
	2	-	-	300	$1,1 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,15	0,9
	3	+	-	900	$2,3 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	0,3	1,8
	4	-	-	300	$0,9 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,2	1,2
	5	+	+	300	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-2}$	0,4	1,4
8	1	-	-	600	$0,3 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,2	1,3
	2	+	-	300	$1,1 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,15	0,9
	3	+	+	900	$2,3 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	0,3	1,8
	4	-	-	300	$0,9 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,2	1,2
	5	+	+	300	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,4	1,4

Продолжение таблицы Д.1

Ва- ри- ант зада ния	№ изде- лия	Влияние отказа изделия па БП	Возмож- ность опре- деления предотказ. состояния	Дейст в. перио- дичн. $\tau_{пр.,ч.}$	ω_0	ω_H	$\overline{T_{ТО}},$ чел.- ч.	$\overline{T_P},$ Чел.-ч.
9	1	+	-	600	$0,6 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-3}$	0,15	0,9
	2	+	+	300	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,2	1,1
	3	+	+	300	$1,1 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,3	1,8
	4	-	-	900	$2,1 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-2}$	0,2	1,4
	5	-	-	600	$0,7 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,4	1,3
10	1	+	+	300	$1,8 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	0,15	0,9
	2	+	-	600	$1,6 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-2}$	0,2	1,2
	3	-	-	300	$1,7 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-3}$	0,3	1,7
	4	-	-	900	$0,9 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	0,2	1,5
	5	+	+	600	$1,2 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,4	1,8
11	1	+	-	300	$4,5 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,2	1,1
	2	-	-	600	$2,7 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	0,15	0,9
	3	+	+	900	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-2}$	0,3	1,4
	4	-	-	300	$0,9 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	0,2	1,3
	5	+	+	600	$0,8 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-2}$	0,4	2,0
12	1	-	-	600	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-3}$	0,15	1,1
	2	+	-	900	$2,7 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-3}$	0,3	1,3
	3	+	+	300	$0,8 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-2}$	0,2	0,9
	4	-	-	300	$0,7 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	0,4	1,8
	5	+	+	300	$0,6 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-2}$	0,3	1,4

Продолжение таблицы Д.1

Ва- ри- ант зада ния	№ изде- лия	Влияние отказа изделия па БП	Возмож- ность опре- деления предотказ. состояния	Дейст в. перио- дичн. $\tau_{\text{пр.,ч.}}$	ω_0	ω_H	$\overline{T_{\text{ТО}}}$, чел.- ч.	$\overline{T_P}$, Чел.-ч.
13	1	+	+	600	$1,2 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,15	0,9
	2	+	-	900	$3,1 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,4	1,1
	3	-	-	300	$2,1 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	0,2	1,0
	4	+	+	600	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	0,15	0,8
	5	-	-	300	$0,9 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-3}$	0,3	1,2
14	1	+	+	300	$2,3 \times 10^{-3}$	$3,1 \times 10^{-2}$	0,2	1,1
	2	+	-	300	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,15	0,7
	3	-	-	600	$0,7 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	0,3	1,0
	4	-	+	900	$2,6 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	0,15	0,9
	5	+	-	600	$1,9 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,2	1,3
15	1	-	-	600	$3,1 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	0,5	2,3
	2	+	-	900	$2,2 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,2	1,2
	3	-	-	300	$0,9 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,4	0,9
	4	+	+	300	$1,8 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^{-3}$	0,15	1,2
	5	+	+	600	$2,1 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-2}$	0,4	1,1
16	1	+	+	900	$1,7 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,3	1,5
	2	-	-	300	$2,3 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,4	1,4
	3	+	-	300	$0,7 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-3}$	0,2	1,2
	4	-	-	600	$3,1 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	0,5	2,3
	5	+	+	600	$2,1 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-3}$	0,6	1,9

Продолжение таблицы Д.1

Ва- ри- ант зада ния	№ изде- лия	Влияние отказа изделия па БП	Возмож- ность опре- деления предотказ. состояния	Дейст в. перио- дичн. $\tau_{пр.,ч.}$	ω_0	ω_H	$\overline{T_{ТО}}$, чел. -ч.	$\overline{T_P}$, Чел.-ч.
17	1	-	-	300	$1,2 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	0,3	1,1
	2	+	+	300	$0,9 \times 10^{-3}$	$2,1 \times 10^{-2}$	0,15	0,9
	3	+	-	600	$1,2 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,2	1,3
	4	-	-	900	$0,7 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,5	2,1
	5	+	+	600	$0,5 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	0,4	2,0
18	1	+	+	600	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-2}$	0,15	0,8
	2	+	-	300	$2,1 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-3}$	0,3	1,0
	3	-	-	900	$3,3 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^{-3}$	0,2	1,8
	4	-	-	600	$0,9 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-2}$	0,3	1,3
	5	+	+	300	$1,8 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-3}$	0,2	1,1
19	1	+	-	900	$0,5 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-3}$	0,2	1,3
	2	-	-	300	$2,1 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,15	0,9
	3	+	+	600	$2,8 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	0,3	1,8
	4	-	-	300	$0,9 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,2	1,2
	5	+	+	900	$1,2 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,4	1,4
20	1	+	+	300	$1,1 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,15	1,4
	2	+	-	900	$0,9 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,2	1,3
	3	+	+	600	$1,7 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	0,3	1,5
	4	-	-	300	$0,6 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-2}$	0,2	1,3
	5	-	-	600	$1,2 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,4	2,0

Продолжение таблицы Д.1

Ва- ри- ант зада- ния	№ изде- лия	Влияние отказа изделия на БП	Возмож- ность опре- деления предотказ. состояния	Дейст в. перио- дичн. $\tau_{пр.,ч.}$	ω_0	ω_H	$\overline{T_{ТО}}$, чел. -ч.	$\overline{T_P}$, Чел.-ч.
21	1	+	-	600	$0,8 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-3}$	0,15	0,9
	2	+	+	900	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,2	1,4
	3	-	-	300	$1,4 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,3	1,8
	4	+	+	300	$2,1 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-3}$	0,2	1,4
	5	-	-	600	$0,7 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,4	1,3
22	1	-	-	900	$1,8 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,15	0,9
	2	+	-	300	$1,9 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,2	1,2
	3	+	+	600	$1,8 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-3}$	0,3	1,7
	4	-	-	900	$0,9 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	0,2	1,5
	5	+	+	300	$1,4 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,4	1,8
23	1	+	+	300	$4,5 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	0,2	1,1
	2	-	-	600	$2,7 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-3}$	0,15	0,9
	3	+	-	300	$1,2 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-2}$	0,3	1,4
	4	+	+	900	$1,9 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	0,2	1,3
	5	-	-	300	$0,8 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-2}$	0,4	2,0
24	1	+	-	600	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-3}$	0,15	1,1
	2	-	-	300	$2,7 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	0,3	1,3
	3	+	+	300	$0,8 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-2}$	0,2	0,9
	4	-	-	900	$1,7 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$	0,4	1,8
	5	+	+	600	$1,6 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-2}$	0,3	1,4

Приложение Е (обязательное)

Результаты определения показателей безотказности отдельных изделий, блоков и функциональной системы в целом и суммарной оперативной продолжительности для первого члена выражений (1.11, 1.19). Результаты расчета $t_{\text{пр.опт.}}$ изделий функциональной системы. Результаты расчета $T_{\text{ТОиР}}$, P и $t_{\text{пр.опт.}}$. Результаты расчета $P_{\text{Н}}(t_{\text{пр.}}), P_{\text{О}}(t_{\text{пр.}}), P_{\text{Н,О}}(t_{\text{п.т}})$ и $t_{\text{пр.опт.}}$. Результаты определения $t_{\text{пр.опт.}}$ изделий функциональной системы

Таблица Е.1 - Результаты определения показателей безотказности отдельных изделий, блоков и функциональной системы в целом

Объект			Вероятн. безотказной работы объекта для наработки				Влияние отказа изделия на безопасность полёта.	
Наименов.	Обозн. по схеме		$\bar{t}_{\text{Б.П}}$	$\tau_{\text{Ф1}}$	$\tau_{\text{Ф2}}$	$\tau_{\text{Ф3}}$	да	нет
Из-дел.	Топл. бак	Б1						
	Насос подк.	НП						
	...	...						
Блоки	I							
	II							
	...							
Функционал. система	ФС							

Таблица Е.2 - Результаты расчета суммарной оперативной продолжительности технического обслуживания и ремонта самолёта для первого члена выражения (1.11)

Формы ТОиР	Число обслуживаний за $T_{PEC.C}$	Оперативная продолжительность ТОиР, ч.	
		одного обслуживания и ремонта	суммарная за $T_{PEC.C}$
А(предполетное и Транзитное ТО)			
Б(базовое ТО)			
Ф-1(через...ч.нал.)			
Ф-2(через...ч.нал.)			
Ф-3(через...ч.нал.)			
Ремонт(через ... ч.нал.)			
		Итого:	

Таблица Е.3 - Результаты расчета суммарной оперативной продолжительности технического обслуживания и ремонта самолёта для первого члена выражения (1.19)

Формы ТОиР	Число обслуживаний за $T_{PEC.C}$	Оперативная продолжительность ТОиР, ч.	
		одного обслуживания и ремонта	суммарная за $T_{PEC.C}$
А(предполетное и Транзитное ТО)			
Б(базовое ТО)			
Ф-1(через...ч.нал.)			
Ф-2(через...ч.нал.)			
Ф-3(через...ч.нал.)			
Ремонт(через ... ч.нал.)			
		Итого:	

Таблица Е.4 – Результаты расчета $t_{пр.опт.}$ изделий функциональной системы

Наименование изделия	$t_{пр.}$	$P(t_{пр})$	$t_{пр.опт.}$

Для определения $t_{пр.опт.}$ рекомендуется $P_{норм.} \geq 0,99$

Таблица Е.5 – Результаты расчета $T_{ТОиР.}$, $\Pi(t_{пр.})$ и $t_{пр.опт.}$

$t_{ПР}$	$P(t_{ПР})$	$T_{ТО}$	T_P	$T_{ТОиР}$	$\Pi(t_{ПР})$	$t_{ПР.ОПТ}$

Таблица Е.6 – Результаты расчета $P_{\bar{H}}(t_{пр.})$, $P_o(t_{пр.})$, $P_{H,\bar{O}}(t_{п.т.})$ и $t_{пр.опт.}$

$t_{ПР}$	$P_{\bar{H}}(t_{пр.})$	$P_o(t_{пр.})$	$P_{H,\bar{O}}(t_{п.т.})$	$t_{ПР.ОПТ}$

Таблица Е.7 – Результаты определения $t_{пр.опт.}$ изделий функциональной системы

№ изделия	Влияние отказов изделия на безопасность полетов	Используемый метод определения $t_{пр.опт.}$	Значение $t_{пр.опт.ч.}$	Трудоемкость операции ТО Изделия при $t_{пр.опт.}$
1				
2				
...				
n				

Приложение Ж (обязательное)

Расчет показателей эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов

Таблица Ж. 1 - Исходные данные для варианта

№ изделия	Влияние отказа изделия на БП	Возможность определения предотказ. состояния	Действ. периодичн. $\tau_{пр.,ч.}$	ω_0	ω_H	$\overline{T_{ТО}}$, чел.-ч.	$\overline{T_P}$, чел.-ч.
1							
2							
3							
4							
5							

Таблица Ж.2 - Выбор для каждого изделия соответствующих стратегий технического обслуживания, метода определения $t_{пр.}$ и критерия оптимизации

№ изделия	Стратегия	Метод	Критерий
1			
2			
3			
4			
5			

Таблица Ж.3 – Результаты расчета $P(t_{пр.})$ и $T_{пр.опт.}$

№ изделия	Задаваемые значения $t_{пр.,ч.}$	$P(t_{пр.})$	$T_{пр.опт.}$

Таблица Ж.4 – Результаты расчета $P(t_{\text{пр.}})$, $T_{\text{ТОиР}}$, $\Pi(t_{\text{пр.}})$, $t_{\text{пр.опт.}}$.

№ изде- лия	Задаваемые значения $t_{\text{пр.,ч.}}$	$P(t_{\text{пр.}})$	$T_{\text{ТОиР}}$	$\Pi(t_{\text{пр.}})$	$t_{\text{пр.опт.}}$

Таблица Ж. 5 - Результаты расчета $P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр.}})$, $t_{\text{пр.опт.}}$.

№ изде- лия	Задаваемые значения $t_{\text{пр.}}$	$P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр.}})$	$t_{\text{пр.опт.}}$

Таблица Ж. 6 - Оформление окончательных результатов

№ изде- лия	Стратегия	Метод	Критерий	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\tau_{\text{пр.}}$	Отклон. %
1						
2						
3						
4						
5						