

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Цель работы

Целью практических занятий по теме «Определение оптимальной периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем самолета» является:

- 1) закрепление знаний по темам лекционных занятий раздела «Формирование режимов технического обслуживания ЛА»;
- 2) приобретение практических навыков определения периодичности технического обслуживания различных изделий функциональных систем самолета.

1.2. Основные вопросы, подлежащие изучению для выполнения практических занятий

Для закрепления теоретического материала по указанной теме и подготовки к занятиям студентам рекомендуется изучить следующие вопросы:

- 1) содержание понятия «режим технического обслуживания ЛА»;
- 2) способ выделения изделий функциональных систем, отказы которых влияют на безопасность полетов;
- 3) классификация стратегий технического обслуживания изделий функциональных систем;
- 4) способ выбора рациональных стратегий технического обслуживания для конкретных изделий функциональных систем;
- 5) классификация методов определения оптимальной периодичности технического обслуживания изделий и критерии оптимизации.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

2.1. Постановка задачи определения оптимальной периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем самолета

Под периодичностью технического обслуживания изделий ($t_{np.}$) понимается интервал времени или наработки (в часах налета, посадках, циклах) между данным видом обслуживания и последующим таким же видом или другим большей сложности.

Назначение сроков проведения технического обслуживания подразумевает определение оптимальной периодичности выполнения профилактических

регламентных работ ($t_{np. onm.}$) для каждого изделия функциональной системы в соответствии с принципиальной и структурной схемами системы.

В зависимости от эксплуатационно-технических характеристик изделий функциональных систем определение $t_{np. onm.}$ производится различными методами с использованием различных критериев оптимизации.

Выбор нужного метода и критерия для определения $t_{np. onm.}$ того или иного изделия осуществляется в зависимости от:

- вида выполняемых на изделии регламентных работ;
- принятой стратегии технического обслуживания изделия.

В большинстве случаев для определения $t_{np. onm.}$ отдельных изделий используются вероятностные методы.

Наиболее сложным является вопрос о выборе стратегий технического обслуживания изделий, которые, в свою очередь, взаимосвязаны со стратегиями эксплуатации (использования) изделий на борту самолета.

К возможным стратегиям эксплуатации (использования) изделий функциональных систем на борту самолета относятся: до выработки ресурса; до безопасного отказа; до предотказового состояния.

В зависимости от принятой стратегии эксплуатации (использования) на борту самолета того или иного изделия для него выбирается соответствующая стратегия технического обслуживания.

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

При ТОНАР перечень и периодичность выполнения операций определяются значением наработки изделий с начала 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.

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

Выбор соответствующей стратегии технического обслуживания изделия осуществляется с использованием логической схемы, приведенной на рис.1.

Выбрав для каждого из изделий соответствующую стратегию технического обслуживания: ТОНАР, ТОСКУН или ТОСКП, становится возможным назначить метод расчета $t_{np. onm.}$ и установить критерий оптимизации (табл. 1).



Рис. 1. Логическая схема выбора рациональных стратегий использования и технического обслуживания для изделий ФС

Таблица 1

Методы расчета $t_{np. opt.}$ и критерии оптимизации

№ п/п	Стратегия технического обслуживания	Метод расчета $t_{np. opt.}$	Критерии оптимизации
1.	ТОНАР	Индивидуальный	$P(t_{np.}) \geq P_{norm.}$
2.	ТОСКУН	С учетом трудоемкости технического обслуживания	$\Pi(t_{np.}) \rightarrow max$
3.	ТОСКП	С учетом развития неисправности в отказ	$P_{H, \bar{O}}(t_{np.}) \rightarrow max$

Условные обозначения:

$P(t_{np.})$ - вероятность безотказной работы изделия за $t_{np.}$;

P_{norm} - нормативное значение вероятности, заданное из условия обеспечения безопасности полетов;

$P(t_{np.})$ - отношение вероятности безотказной работы изделия в межпрофилактический период $P(t_{np.})$ к трудоемкости его технического обслуживания и текущего ремонта T_{TOuP} за $t_{np.}$;

$P_{H,O}(t_{np.})$ – вероятность появления неисправности и непоявления отказа изделия за $t_{np.}$.

2.2. Определение оптимальной 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 или средства диагностирования, рекомендуется применять индивидуальный метод определения $t_{np. опт.}$. Графическая интерпретация метода представлена на рис. 2.

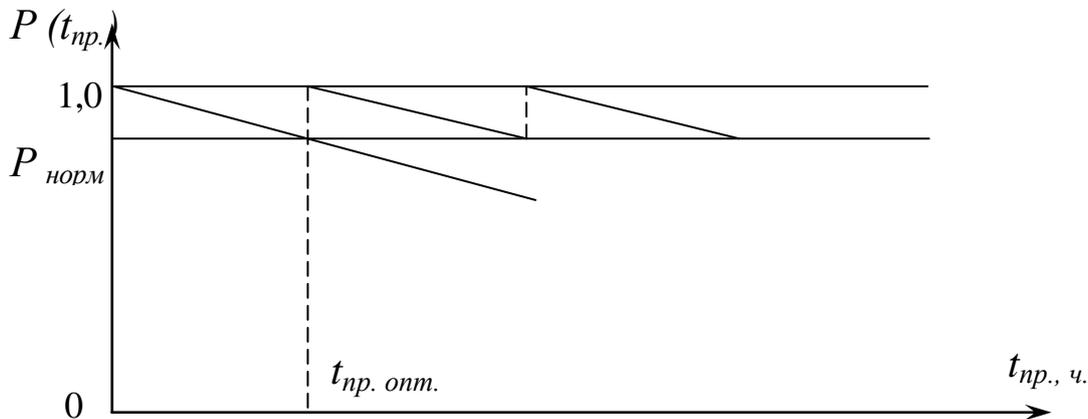


Рис. 2. Схема определения $t_{np. опт.}$ изделий индивидуальным методом

Исходной информацией для расчета является характеристика безотказности рассматриваемого изделия – параметр потока отказов ω_o , значения которого даны в Приложении 1.

Вероятность безотказной работы изделия за межпрофилактический период $P(t_{np.})$ определяется подстановкой различных значений $t_{np.}$ (задаются 4...5 значений $t_{np.}$ в меньшую и большую стороны от действующей периодичности ТО $\tau_{np.}$) в уравнение вида

$$P(t_{np.}) = e^{-\omega_o \cdot t_{np.}}.$$

Результаты расчета для изделий, оптимальная периодичность ТО которых определяется по критерию $P(t_{np.}) \geq P_{норм.}$, сводятся по форме табл. 2.

Результаты расчета оптимальной периодичности ТО (метод 1)

Номер изделия	Задаваемые значения t_{np}	$P(t_{np.})$	$t_{np. opt.}$

Для определения $t_{np. opt}$ рекомендуется использовать $P_{norm.} \geq 0,99$.

2.3. Определение оптимальной периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим трудоемкость обслуживания

Для изделий, отказы которых не оказывают заметного влияния на безопасность полетов, определение оптимальной периодичности осуществляется с учетом экономических показателей. В данном случае максимизируется отношение вероятности безотказной работы изделия в межпрофилактический период $P(t_{np.})$ к трудоемкости его технического обслуживания и текущего ремонта T_{TOuP} за $t_{np.}$

$$\Pi(t_{np.}) = \left[\frac{P(t_{np.})}{T_{TOuP}} \right] \max.$$

В данном случае T_{TOuP} представляется в виде двух слагаемых:

- 1) трудоемкости плановых (профилактических) работ T_{TO} ;
- 2) трудоемкости работ по устранению неисправностей и отказов (текущего ремонта) T_P .

$$T_{TOuP} = T_{TO} + T_P.$$

В свою очередь,

$$T_{TO} = \bar{T}_{TO} \cdot \frac{\tau_{np.}}{t_{np.}}; \quad T_P = \bar{T}_P \omega_0 t_{np.},$$

где: \bar{T}_{TO}, \bar{T}_P , – среднее значения трудоемкости разового планового обслуживания и устранения неисправности или отказа, соответственно;

$\tau_{np.}$ – действующая периодичность технического обслуживания изделия;

t_{np} – варьируемая периодичность;

ω_0 - параметр потока отказов изделия (статистическая оценка).

Развернутое выражение для определения $\Pi(t_{np.})$ имеет вид:

$$\Pi(t_{np.}) = \left[\frac{e^{-\omega_o t_{np.}}}{\bar{T}_{TO} \frac{\tau_{np.}}{t_{np.}} + \bar{T}_P \cdot \omega_o \cdot t_{np.}} \right]_{\max}$$

Необходимые для расчета исходные данные можно получить из Приложения 1.

Для тех изделий функциональных систем, из числа включенных в задание, оптимальная периодичность технического обслуживания которых определяется по критерию $\Pi(t_{np.}) \rightarrow \max$, результаты расчета представляются по форме табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчета оптимальной периодичности ТО (метод 2)

Номер изделия	Задаваемые значения $t_{np.}$	$P(t_{np.})$	T_{TO}	T_P	T_{TOuP}	$\Pi(t_{np.})$	$t_{np. \text{ опт.}}$
1	2	3	4	5	6	7	8

Для каждого из изделий в графе 2 задаются 4...5 значений $t_{np.}$ (в меньшую и большую стороны от $\tau_{np.}$). После выполненных расчетов для одного из изделий дается графическое изображение (рис. 3) зависимостей:

$$P(t_{np.}) = f(t_{np.}), \quad T_{TOuP} = f(t_{np.}), \quad \Pi(t_{np.}) = f(t_{np.})$$

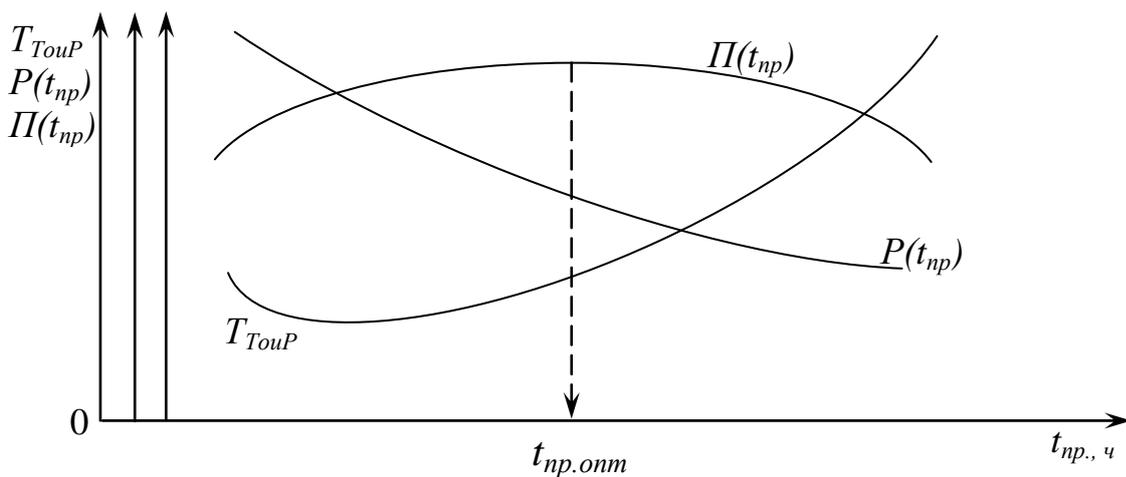


Рис. 3. Характер изменения $P(t_{np.})$, T_{TOuP} , $\Pi(t_{np.})$ в зависимости от $t_{np.}$

2.4. Определение оптимальной 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, рекомендуется применять метод определения $t_{np. опт.}$, основанный на анализе закономерностей развития отказов. Предполагается, что с устранением неисправностей в установленные сроки предупреждается развитие отказов, рис. 4.

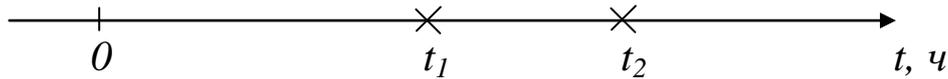


Рис. 4. Модель развития отказа:

- $0 - t_1$ - время развития неисправности;
- t_1 - момент появления неисправности;
- $t_1 - t_2$ - время развития отказа;
- t_2 - момент возникновения отказа

Для оптимизации сроков выполнения ТО максимизируется вероятность совместного события – возникновение неисправности и непоявление отказа $P_{H.\bar{O}}(t_{np.})$:

$$P_{H.\bar{O}}(t_{np.}) = \left[\frac{\omega_n}{\omega_0 - \omega_n} (e^{-\omega_n t_{np.}} - e^{-\omega_0 t_{np.}}) \right]_{\max},$$

где: $t_{np.}$ – варьируемая периодичность технического обслуживания изделия;
 ω_n, ω_0 – параметр потока неисправностей и отказов, соответственно.

Необходимые для расчета исходные данные для тех изделий, периодичность которых определяется по критерию $P_{H.\bar{O}}(t_{np.}) \rightarrow \max$, (ω_n и ω_0), выбираются из Приложения 1.

Результаты расчета представляются в форме табл. 4.

Таблица 4

Результаты расчета оптимальной периодичности ТО (метод 3)

Номер изделия	Задаваемые значения $t_{np.}$	$P_{\bar{H}}(t_{np.})$	$P_O(t_{np.})$	$P_{H.\bar{O}}(t_{np.})$	$t_{np. опт.}$
1	2	3	4	5	6

Для каждого из изделий в графе 2 задаются 4...5 значений $t_{пр.}$ (в меньшую и большую стороны от $\tau_{пр.}$). Определяются значения

$$P_{\bar{H}}(t_{пр.}) = e^{\omega_h t_{пр.}}; P_O(t_{пр.}) = 1 - e^{\omega_o t_{пр.}}; P_{H, \bar{O}}(t_{пр.})$$

по приведенному выше выражению. После выполненных расчетов для одного из изделий дается графическое изображение зависимостей:

$$P_O(t_{пр.}) = f(t_{пр.}), P_{\bar{H}}(t_{пр.}) = f(t_{пр.}), P_{H, \bar{O}}(t_{пр.}) = f(t_{пр.}) \text{ (рис. 5).}$$

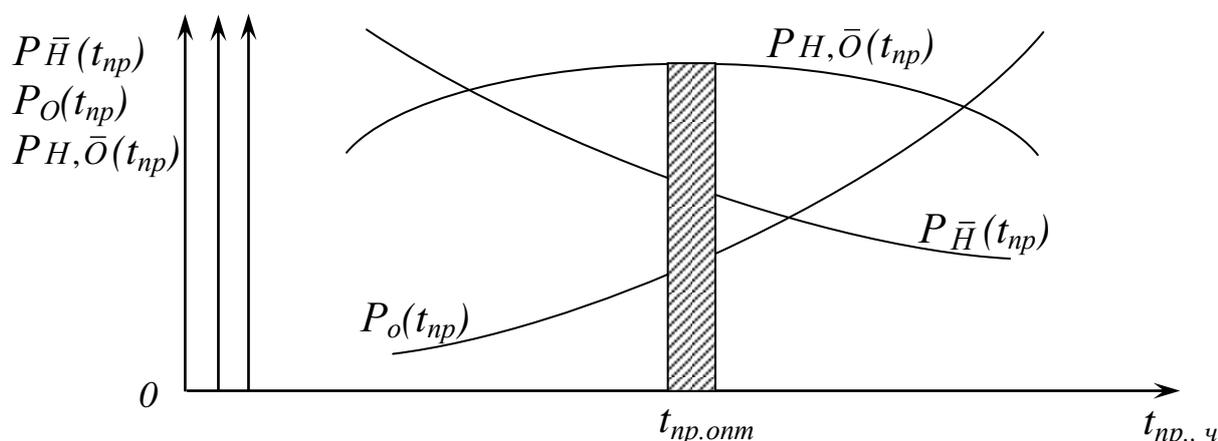


Рис. 5. Характер изменения $P_O(t_{пр.})$, $P_{\bar{H}}(t_{пр.})$, $P_{H, \bar{O}}(t_{пр.})$ в зависимости от $t_{пр.}$

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

3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОРАБОТКИ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ

Для выполнения задания студенты изучают методические указания (п. 2 Пособия), получают от преподавателя варианты задания и решают задачи определения периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем.

В соответствии с полученным вариантом задания и с использованием исходных данных, приведенных в Приложениях, студенту требуется для каждого изделия:

- 1) определить приемлемый метод и критерий оптимизации $t_{пр. опт.}$;

2) рассчитать оптимальную периодичность технического обслуживания ($t_{np. опт.}$);

3) дать графическое изображение зависимостей:

$$P(t_{np.}) = f(t_{np.}), \Pi(t_{np.}) = f(t_{np.}), P_{H, \bar{O}}(t_{np.}) = f(t_{np.}).$$

4. ОТЧЕТНОСТЬ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

После выполнения практических занятий студент предъявляет преподавателю отчет по форме, приведенной в Приложении 2, который включает:

а) формулировку задачи и исходную информацию по выбранному варианту;

б) изложение порядка решения задачи (выбор для каждого из изделий стратегии технического обслуживания, метода определения $t_{np. опт.}$ и критерия оптимизации).

в) расчет периодичности технического обслуживания всех изделий, включенных в вариант задания, с использованием для каждого из них «своего» критерия оптимизации.

г) результаты расчета по форме табл. 5

Таблица 5

Общие результаты расчета оптимальной периодичности ТО изделий

Номер изделия	Стратегия технич. обслужив.	Метод определения $t_{np. опт.}$	Критерий оптимизации	$t_{np. опт}$
1				
2				
3				
4				
5				

Литература

1. Смирнов Н.Н. Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов. Часть 2. – М.: МГТУ ГА, 2003.

2. Дергач О.Я. Формирование систем технического обслуживания самолетов при их создании. - М.: Машиностроение, 1994.

3. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. - 2-е изд. - М.: Транспорт, 1987.

4. Далецкий С.В. Проектирование системы технического обслуживания и ремонта воздушных судов гражданской авиации. - М.: МАИ, 2001.

Исходные данные для решения задачи по выбранному варианту задания

Вариант задания	№ изделия	Влияние отказа изделия на БП	Возможность определения предотказного состояния	Действ. периодичность ТО, $\tau_{пр.,ч}$	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	0,8
	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	$0,5 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-3}$	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	$0,9 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-3}$	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
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	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-3}$	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

Вариант задания	№ изделия	Влияние отказа изделия на БП	Возможность определения предотказного состояния	Действ. периодичность ТО, $\tau_{пр.,ч}$	ω_o	ω_n	$\overline{T_{ТО}}$, 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	$2,1 \times 10^{-4}$	$0,6 \times 10^{-3}$	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
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

Вариант задания	№ изделия	Влияние отказа изделия на БП	Возможность определения предотказного состояния	Действ. периодичность ТО, $\tau_{пр.,ч}$	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	1,1
	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
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	1,1
	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

Кафедра ТЭЛА и АД
Дисциплина «Основы теории технической эксплуатации
летательных аппаратов»

О Т Ч Е Т

о выполнении практических занятий на тему
«Определение оптимальной периодичности технического
обслуживания изделий функциональных систем самолета»

Студент _____
Группа _____

Отчет принял _____
«__» _____ 201__ г.

1. Цель практического занятия

.....
.....
.....

2. Исходные данные для варианта № _____

№ изделия	Влияние отказа изделия на БП	Возможность определения предотказного состояния	Действующая периодичность ТО, $\tau_{пр.,ч}$	ω_o	ω_n	$\overline{T_{ТО}}$, чел.-ч	$\overline{T_p}$, чел.-ч

3. Выбор для каждого изделия соответствующих стратегий ТО, метода определения $t_{пр}$ и критерия оптимизации

№ издел.	Стратегия	Метод	Критерий
1			
2			
3			
4			
5			

4. Определение оптимальной периодичности ТО изделий

4.1. Индивидуальный метод

Расчет ведется по выражению: $P(t_{пр.}) = e^{-\omega_o t_{пр.}} = \dots$

Результаты расчета:

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

4.2. Метод, учитывающий трудоемкость ТОиР

Расчет по выражению: $\Pi(t_{пр.}) = \left[\frac{P(t_{пр.})}{T_{ТОиР}} \right]_{\max} = \dots$

Общие результаты расчета

№ издел.	Задаваемые значения $t_{пр.}$	$P(t_{пр.})$	$T_{ТОиР}$	$\Pi(t_{пр.})$	$t_{пр.опт.}$
.....				
.....				

4.3. Метод, учитывающий время развития неисправности в отказ

Расчет ведется по выражению:

$$P_{H,\bar{O}}(t_{np}) = \left[\frac{\omega_H}{\omega_O - \omega_H} \left(e^{-\omega_H t_{np}} - e^{-\omega_O t_{np}} \right) \right]_{\max} = \dots$$

Результаты расчета:

№ изд.	Задаваемые значения t_{np} .	$P_{H,\bar{O}}(t_{np})$	$t_{np.опт.}$
.....			
.....			

5. Оформление окончательных результатов

№ изд.	Стратегия	Метод	Критерий	$t_{np.опт.}$	τ_{np}	Отклон., %
1						
2						
3						
4						
5						

6. Выводы по результатам

Практические занятия выполнены « ___ » _____ 201__ г.

Подпись студента _____

Содержание	с.
1. Общие положения	3
1.1. Цель работы	3
1.2. Основные вопросы, подлежащие изучению для выполнения практических занятий	3
2. Методические указания	3
2.1. Постановка задачи определения оптимальной периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем самолета.....	3
2.2. Определение оптимальной периодичности технического обслуживания изделий индивидуальным методом.....	6
2.3. Определение оптимальной периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим трудоемкость обслуживания	7
2.4. Определение оптимальной периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим время развития неисправности в отказ	9
3. Задание для самостоятельной проработки на практических занятиях	10
4. Отчетность по практическим занятиям	11
Литература	11
Приложение 1. Исходные данные для решения задачи по выбранному варианту задания	12
Приложение 2. Форма отчета о выполнении работы по практическим занятиям	15