

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 В ФОРМИРОВАНИИ РЕГЛАМЕНТА

Выпуск 6

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 Авиастроение

Оренбург
2013

УДК 629.7.083 (076.5)

ББК 39.52я7

И 38

Рецензент – советник генерального директора ГУП Оренбургской области
Международный аэропорт «Оренбург»
профессор, кандидат технических наук Б.А. Портников

Изотов, Б.А.

И 38 Пути повышения эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов в формировании регламента : методические указания к практическому занятию / Б.А. Изотов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2013. - 39 с. - (Я – специалист : сер. научно-методических документов, содействующих профессиональному самоопределению студентов в учебном процессе; вып.6).

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 в формировании регламента, 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 Авиастроение всех форм обучения.

УДК 629.7.083 (076.5)
ББК 39.52я7

© Изотов Б.А., 2013
© ОГУ, 2013

Содержание

Введение.....	5
1 Пути повышения эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов в формировании регламента.....	7
1.1 Цель работы.....	7
1.2 Выбор рациональных стратегий технического обслуживания изделий функциональной системы.....	7
1.3 Определение оптимальной группы работ по технического обслуживания изделий функциональной системы летательного аппарата в формировании регламента.....	10
1.4 Определение периодичности технического обслуживания изделий индивидуальным методом.....	11
1.5 Определение периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим трудоемкость обслуживания.....	12
1.6 Определение периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим время развития неисправности в отказ.....	14
2 Определение группы работ по техническому обслуживанию изделий функциональных систем с использованием критерия минимальных дополнительных затрат по трудоемкости.....	16
2.1 Контрольные вопросы.....	24
2.2 Требования к содержанию отчета.....	25
2.3 Порядок выполнения работы.....	26
2.4 Расчет показателей эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов с использованием критерия минимальных дополнительных затрат по трудоемкости в формировании регламента	27
Список использованных источников.....	29
Приложение А Исходные данные для решения задачи (для изделий 1 ^{ой}	

группы).....	30
Приложение Б Исходные данные для решения задачи (для изделий 2 ^{ой} группы).....	33
Приложение В Значения периодичности выполнения форм регламента, рекомендуемые для использования при группировке работ	37
Приложение Г Результаты расчета показателей эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов с использованием критерия минимальных дополнительных затрат по трудоемкости в формировании регламента	38

Введение

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

Основной задачей системы технического обслуживания и ремонта воздушных судов гражданской авиации является поддержание и восстановление летной годности воздушных судов и его подготовка к использованию по назначению при обеспечении требуемых уровней надежности и готовности воздушных судов к полетам.

Система технического обслуживания и ремонта должна обеспечивать [1]:

- подготовку воздушных судов к полету в соответствии с полетным заданием;
- поддержание уровня безотказности изделий авиационной техники, обусловленного требованиями к безопасности и регулярности полетов;
- минимальное число задержек вылета воздушных судов из-за простоев на техническом обслуживании и ремонта, не превышающее заданного значения;
- поддержание заданного уровня долговечности изделий авиационной техники;
- минимальные трудовые и материальные затраты на техническое обслуживание и ремонта.

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

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.

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 с целью адаптации их к реальным условиям 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 [3].

Качественное и своевременное выполнение ремонта повышает технико-экономическую эффективность дальнейшей эксплуатации авиационной техники. Ремонт позволяет обеспечить необходимый уровень надежности и безопасности полетов, дает возможность авиакомпаниям работать экономически эффективно.

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

1.1 Цель работы

Цели данной работы следующие:

- закрепление знаний по темам лекционных занятий;
- выбор рациональных стратегий технического обслуживания изделий функциональной системы;
- формирование оптимального регламента технического обслуживания изделий функциональной системы;
- приобретение навыков анализа периодичности технического обслуживания различных изделий функциональной системы летательных аппаратов и формирования наилучшего варианта структуры регламента.

1.2 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 рисунками 1 и 2.

Последовательность действий при выборе стратегий использования изделий функциональной системы показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – 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 2.



Рисунок 2 - 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 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 [5].

Критерием технического состояния является уровень надежности совокупности однотипных изделий.

1.3 Определение оптимальной группы работ по техническому обслуживанию изделий функциональной системы летательного аппарата в формировании регламента

Важным фактором сохранения летной годности летательных аппаратов является правильно сформированный режим технического обслуживания.

Под режимом технического обслуживания летательных аппаратов понимаются, прежде всего, перечень и периодичность выполнения операций.

Работы по техническому обслуживанию могут носить профилактический характер, предупреждая появление отказов, или выполняться после наступления опасных повреждений и отказов для устранения их последствий [6].

Формирование режимов технического обслуживания летательных аппаратов проводится в следующей последовательности:

- формируется перечень профилактических регламентных работ, подлежащих выполнению на изделиях функциональных систем;
- для каждого из изделий определяется оптимальная периодичность выполнения технического обслуживания с использованием соответствующих критериев;
- осуществляется группировка работ по техническому обслуживанию изделий функциональных систем в формы регламента.

При решении задачи группировки работ по техническому обслуживанию следует иметь в виду следующее: вся совокупность изделий функциональных систем, в зависимости от последствий их отказов при эксплуатации, подразделяется на две группы:

- к первой группе относятся изделия, отказ которых оказывает непосредственное влияние на безопасность полетов;
- к второй группе относятся изделия, отказы которых не оказывают заметного влияния на безопасность полетов.

В конечном счете задача ($t_{\text{пр.опт.}}$) группировки индивидуальных периодичностей технического обслуживания изделий ($t_{\text{пр.опт.}}$) в формы регламента заключается в том, чтобы получить наилучший вариант структуры регламента функциональных систем.

1.4 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 3.

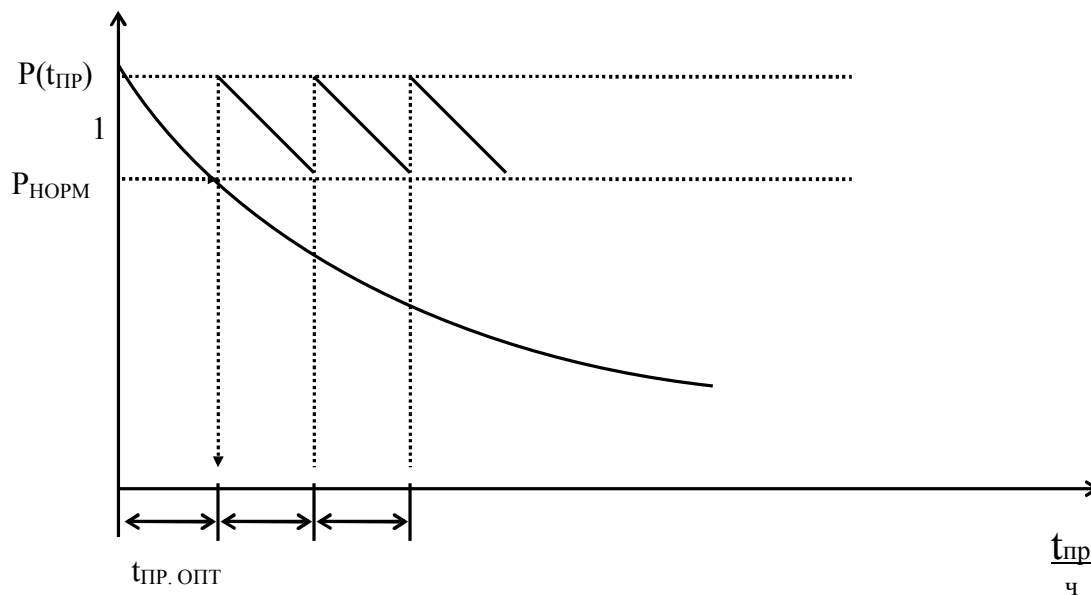


Рисунок 3 – Схема определения $t_{\text{пр.опт.}}$ изделий функциональных систем индивидуальным методом

Исходной информацией для расчета является характеристика безотказности рассматриваемого изделия - параметр потока отказов $\omega_0(t)$.

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

$$P(t_{\text{пр.}}) = e^{-\omega_0 \cdot t_{\text{пр.}}} \quad (1.1)$$

Результаты расчета для изделий функциональной системы, оптимальная периодичность технического обслуживания которых определяется по критерию $P(t_{\text{пр.}}) \geq P_{\text{норм.}}$. Для определения $t_{\text{пр.опт}}$ рекомендуется использовать $P_{\text{норм.}} \geq 0,999$.

1.5 Определение периодичности технического обслуживания изделий методом, учитывающим трудоемкость обслуживания

Для изделий, отказы которых не оказывают заметного влияния на безопасность полётов, определение оптимальной периодичности 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 $T_{\text{ТОиР}}$ за $t_{\text{пр.}}$

$$\Pi(t_{\text{пр.}}) = \left[\frac{P(t_{\text{пр.}})}{T_{\text{ТОиР}}} \right]_{\text{max}} \quad (1.2)$$

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

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

$$T_{\text{ТОиР}} = T_{\text{ТО}} + T_{\text{Р}}. \quad (1.3)$$

В свою очередь

$$T_{\text{ТО}} = \overline{T_{\text{ТО}}} \cdot \frac{\tau_{\text{пр.}}}{t_{\text{пр.}}}, \quad (1.4)$$

$$T_{\text{Р}} = \overline{T_{\text{Р}}} \cdot \omega_0 \cdot t_{\text{пр.}}, \quad (1.5)$$

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

$\tau_{\text{пр.}}$ - действующая периодичность технического обслуживания изделия;

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

ω_0 - параметр потока отказов изделия (статистическая оценка).

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

$$\Pi(t_{\text{пр.}}) = \left[\frac{e^{-\omega_0 \cdot t_{\text{пр.}}}}{\overline{T_{\text{ТО}}} \cdot \frac{\tau_{\text{пр.}}}{t_{\text{пр.}}} + \overline{T_{\text{Р}}} \cdot \omega_0 \cdot t_{\text{пр.}}} \right]_{\text{max}}. \quad (1.6)$$

Для каждого из изделий задаются различные значения $t_{\text{пр.}}$. Оптимальная периодичность технического обслуживания изделий функциональных систем определяется по $\Pi(t_{\text{пр.}}) \rightarrow \text{max}$.

Характер изменения $P(t_{пр.})$, $T_{ТОиР}$, $\Pi(t_{пр.})$ в зависимости от $t_{пр.}$ показан на рисунке 4.

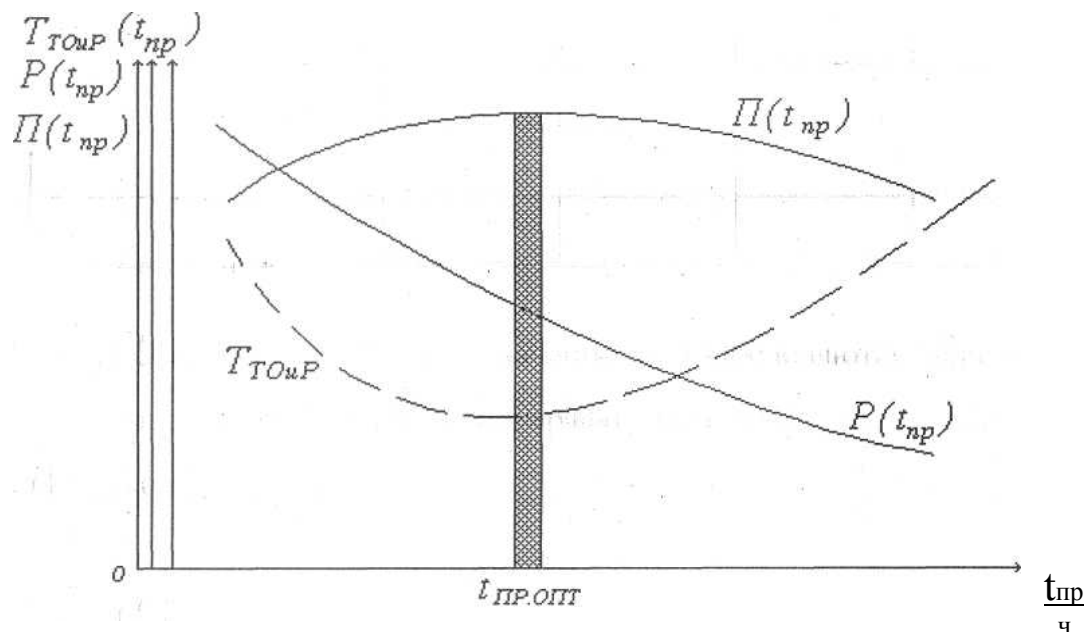


Рисунок 4 – Характер изменения $P(t_{пр.})$, $T_{ТОиР}$, $\Pi(t_{пр.})$ в зависимости от $t_{пр.}$

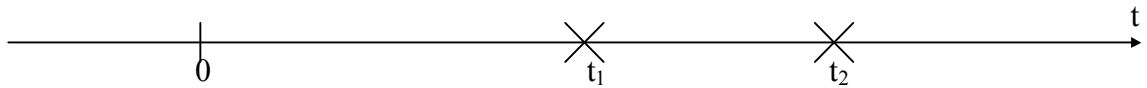
Оптимальное значение $t_{пр.опт}$ находится в зоне максимального значения $\Pi(t_{пр.})_{max}$.

1.6 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 $t_{пр.опт.}$, основанный на анализе закономерностей развития отказов [7].

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

Модель развития отказа показана на рисунке 5.



$0 - t_1$ - время развития неисправности;

t_1 - момент появления неисправности;

$t_1 - t_2$ - время развития отказа;

t_2 - момент возникновения отказа.

Рисунок 5 – Модель развития отказа

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

$$P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр}}) = \left[\frac{\omega_H}{\omega_0 - \omega_H} \cdot (e^{-\omega_H t_{\text{пр}}} - e^{-\omega_0 t_{\text{пр}}}) \right]_{\text{max}}, \quad (1.7)$$

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

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

Для каждого из изделий задается четыре - пять значений $t_{\text{пр}}$.

Определяются значения $P_{H,\bar{O}}(t_{\text{пр}})$,

$$P_{\bar{H}}(t_{\text{пр}}) = e^{-\omega_H t_{\text{пр}}}, \quad (1.8)$$

$$P_{\bar{O}}(t_{\text{пр}}) = 1 - e^{-\omega_0 t_{\text{пр}}}, \quad (1.9)$$

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

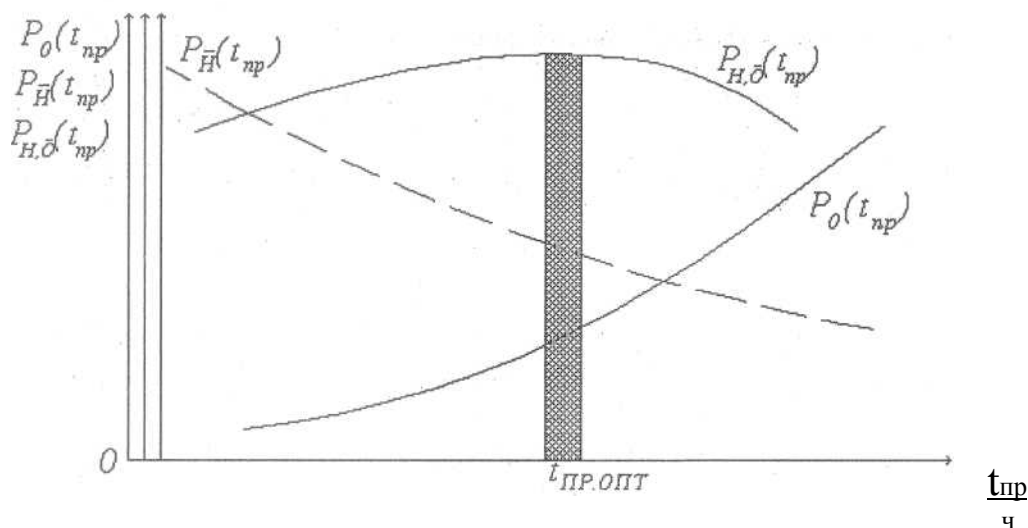


Рисунок 6 – Характер изменения $P_{\bar{H}}(t_{пр.})$, $P_O(t_{пр.})$, $P_{H,\bar{O}}(t_{пр.})$ в зависимости от $t_{пр.}$

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

2 Определение группы работ по техническому обслуживанию изделий функциональных систем с использованием критерия минимальных дополнительных затрат по трудоемкости

К изделиям первой группы относятся те изделия, оптимальная периодичность технического обслуживания ($t_{пр. опт.}$) которых определяется по критериям

$$P(t_{пр.}) \geq P_{норм.} \quad (2.1)$$

или

$$P_{H,\bar{O}}(t_{пр.}) = \left[\frac{\omega_H}{\omega_O - \omega_H} \left(e^{\omega_O t_{пр.}} - e^{\omega_H t_{пр.}} \right) \right]_{\max}, \quad (2.2)$$

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

$t_{пр.}$ - варьируемая периодичность технического обслуживания изделия;

$P_{норм.}$ — нормативное значение вероятности, заданное из условия обеспечения безопасности полетов;

$P_{H,0}(t_{пр.})$ - вероятность появления неисправности и не появления отказа изделия за $t_{пр.}$;

ω_n, ω_o - параметр потока неисправностей и отказов соответственно.

Схема группировки работ по техническому обслуживанию изделий первой группы в формы регламента представлена на рисунке 7.

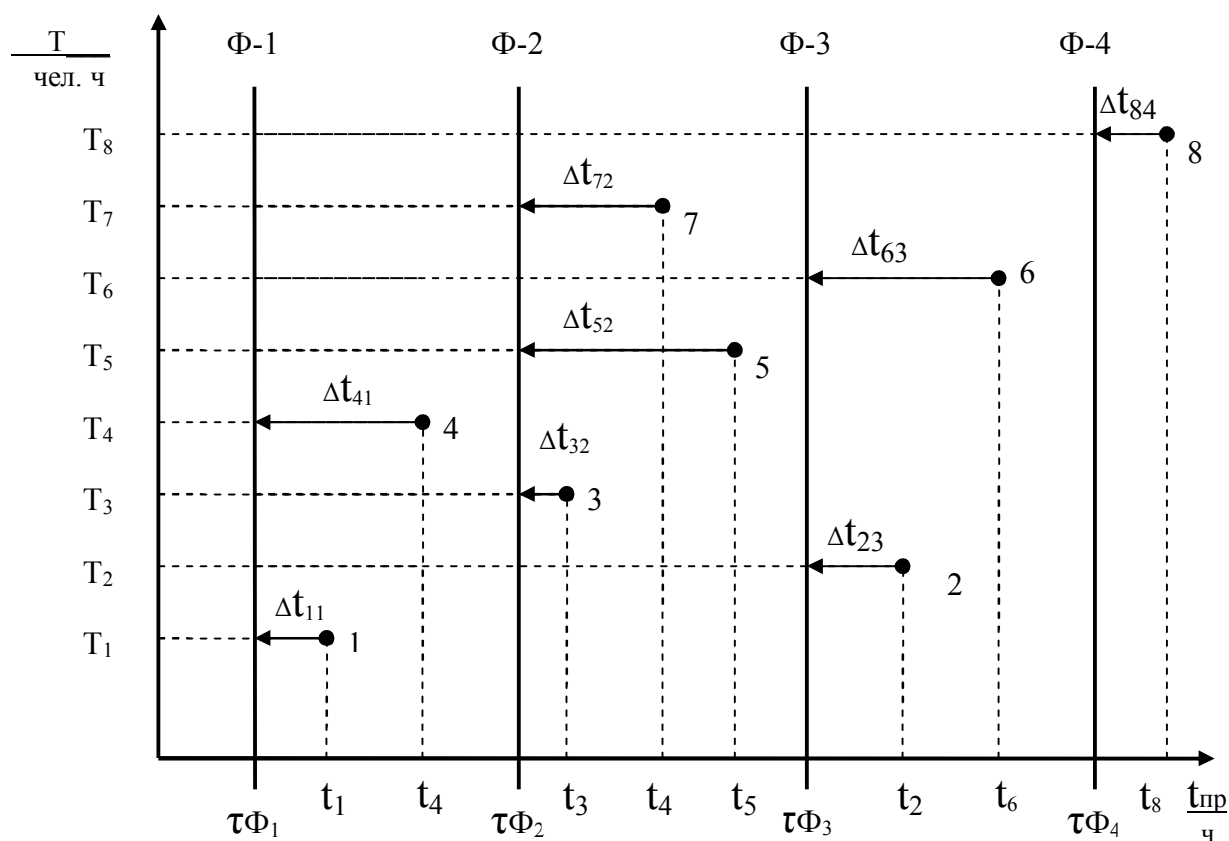


Рисунок 7 - Схема группировки работ по техническому обслуживанию изделий в формы регламента

Изделия первой группы - это те, для которых применяются стратегии технического обслуживания по наработке или с учетом развития неисправности в отказ.

Для этих изделий полученные в результате расчетов значения $t_{\text{пр.опт.}}$ при группировке не могут изменяться в сторону увеличения из соображений обеспечения безопасности полетов [7].

На схеме в качестве примера условно представлены значения $t_{\text{пр.опт.}}$ (t_1, t_2, \dots, t_8) для восьми изделий, отказы которых влияют на безопасность полетов, и трудоемкости работ по техническому обслуживанию T_i (T_1, T_2, \dots, T_8). Цифрами 1, 2, ..., 8 обозначены номера изделий функциональной системы. Работы по техническому обслуживанию этих изделий связаны с предотвращением появления опасных отказов и должны выполняться с периодичностью t_i , не превышающей $t_{\text{пр. опт. } i}$ ($t_i \leq t_{\text{пр. опт. } i}$) для каждого i -го изделия.

При группировке работ для отдельных изделий, требующих больших трудозатрат на проведение технического обслуживания, потери по наработке Δt_i могут быть сравнительно велики. Для таких изделий можно оставить индивидуальную периодичность, желательно совмещенную с очередной наступающей формой Ф-1.

Рассмотрим случай группировки работ по техническому обслуживанию группы изделий с оптимальной для каждого из изделий периодичностью $t_{\text{пр. опт.}}$. В заданные формы регламента для летательного аппарата Ф-1, Ф-2, Ф-3, Ф-4, выполняемые с периодичностью $\tau\Phi-1, \tau\Phi-2, \tau\Phi-3, \tau\Phi-4$ соответственно [8].

Из рассмотрения схемы, приведенной на рисунке 7, следует, что при группировке работ в соответствующую j -ю форму регламента потеря по наработке для каждого i -го изделия составит Δt_{ij} . Трудоемкость T_i , приходящаяся на один час

наработки i -го изделия, составит $\frac{T_i}{t_i}$. Убытки из-за увеличения трудоемкости от

совмещения работ для i -го изделия составят $\frac{T_i}{t_i} \cdot \Delta t_{ij}$.

Для всей группы изделий первой группы разовые дополнительные затраты трудоемкости ΔT_I^P определяются из выражения:

$$\Delta T_I^P = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_I} \frac{T_i}{t_i} \Delta t_{ij}, \quad (2.3)$$

где T_i - трудоемкость технического обслуживания i -го изделия;

t_i - оптимальная периодичность технического обслуживания i -го изделия;

i - порядковый номер изделия;

n_I - количество изделий в 1-й группе;

j - порядковый номер формы регламента технического обслуживания;

k - количество форм регламента;

Δt_{ij} - потери по наработке от совмещения $t_{\text{пр. опт. } i}$ с j -й формой регламента.

С учетом того, что за цикл форм технического обслуживания, определяемый периодичностью самой трудоемкой формы, формы Ф-1 и Ф-2 повторяются несколько раз, дополнительные затраты трудоемкости будут намного больше и составят

$$\Delta T_I = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_I} \left(\frac{T_i}{t_i} \Delta t_{ij} \right) \cdot n_j, \quad (2.4)$$

где n_j - количество j -й формы, повторяющейся за цикл.

В нашем случае количество повторяющихся за цикл форм для всех трех вариантов будет: $n_{\Phi-1}$ - 12 раз, $n_{\Phi-2}$ - два раза. Формы $\Phi-3$ и $\Phi-4$ за цикл выполняются по одному разу [9].

Для рассматриваемого примера имеем

$$\begin{aligned} \Delta T_I = & \frac{T_1}{t_1} \Delta t_{11} \cdot n_{\Phi-1} + \frac{T_2}{t_2} \Delta t_{23} \cdot n_{\Phi-3} + \frac{T_3}{t_3} \Delta t_{32} \cdot n_{\Phi-2} + \frac{T_4}{t_4} \Delta t_{41} \cdot n_{\Phi-1} + \frac{T_5}{t_5} \Delta t_{52} \cdot n_{\Phi-2} + \\ & + \frac{T_6}{t_6} \Delta t_{63} \cdot n_{\Phi-3} + \frac{T_7}{t_7} \Delta t_{72} \cdot n_{\Phi-2} + \frac{T_8}{t_8} \Delta t_{84} \cdot n_{\Phi-4}. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Для нахождения $\Delta T_{I,\min}$ выполняются расчеты по нескольким вариантам структуры регламента с разной периодичностью выполнения форм, а возможно и с разным числом самих форм регламента.

Исходные данные, необходимые для расчетов изделий первой группы, приведены в приложении А.

Значения периодичности выполнения форм регламента, рекомендуемые для использования при группировке работ, приведены в таблице В.1.

К изделиям второй группы относятся те, оптимальная периодичность технического обслуживания ($t_{\text{пр. опт.}}$) которых определяется по критерию

$$\Pi(t_{\text{пр.}}) = \left[\frac{P(t_{\text{пр.}})}{T_{\text{ТОиР}}} \right]_{\max} \quad (2.6)$$

Величина $T_{\text{ТОиР}}$ включает в себя: трудоемкость плановых работ - $T_{\text{ТО}}$ и трудоемкость работ по устранению неисправностей и отказов - $T_{\text{р}}$.

На рисунке 8 представлена схема группировки работ по техническому обслуживанию изделий второй группы в формы регламента.

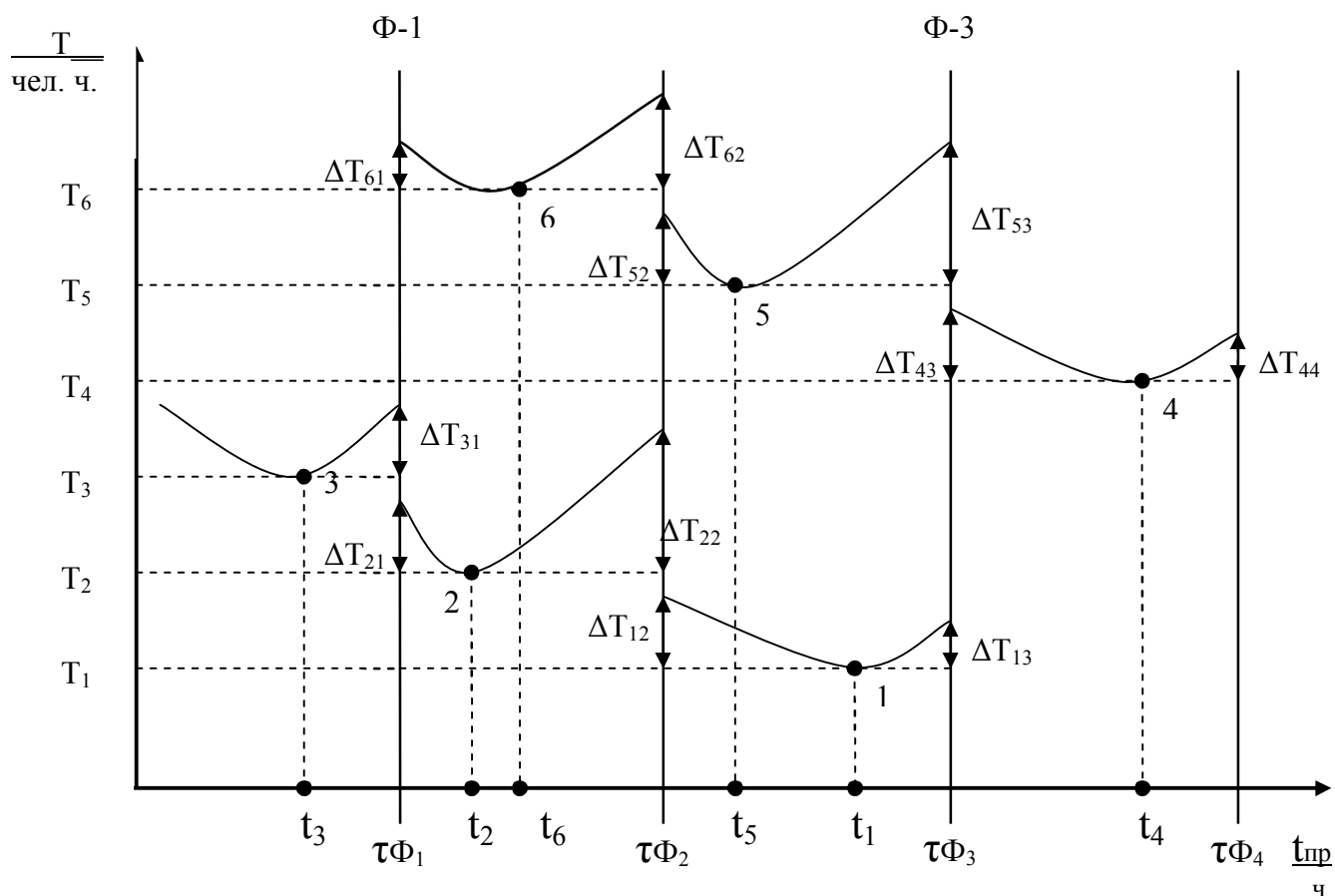


Рисунок 8 - Схема группировки работ по техническому обслуживанию изделий в формы регламента

Для изделий второй группы применяется стратегия технического обслуживания с учетом трудоемкости. Для этих изделий полученные в результате расчетов значения $t_{пр. опт.}$ при группировке могут изменяться как в сторону увеличения, так и уменьшения, в зависимости от того, при какой из смежных форм регламента обеспечивается минимум дополнительных затрат трудоемкости (Δt_i).

На схеме представлены данные о периодичности $t_{пр. опт.}$, трудоемкости T_i технического обслуживания и текущего ремонта шести изделий функциональных

систем, отказы которых не влияют на безопасность полетов, а также зависимости $T_i = f(t_{пр.})$.

Обозначения, принятые на рисунке 8, аналогичны тем, которые приведены на рисунке 7. Зависимости $T_i = f(t_{пр.})$ для рассматриваемых изделий можно построить с использованием данных, приведенных в приложении Б и формул (2.7, 2.8)

$$T_{ГО} = \bar{T}_{ГО} \cdot \frac{\tau_{пр}}{t_{пр}}, \quad (2.7)$$

$$T_p = \bar{T}_p \cdot \omega_0 \cdot t_{пр}, \quad (2.8)$$

где $\bar{T}_{ГО}$ - средние значения трудоемкости разового планового обслуживания;

\bar{T}_p - средние значения трудоемкости работ по устранению неисправностей или отказа;

$\tau_{пр}$ - периодичность технического обслуживания изделия, принятая за базовую;

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

ω_0 - параметр потока отказов изделия.

Чтобы обеспечить выполнение критерия $\min \Delta T_i$ для каждого i -го изделия, необходимо построить зависимость $T_i = f(t_{пр.})$, сравнить значения дополнительных затрат трудоемкости технического обслуживания i -го изделия при условии выполнения операций на одной из двух соседних форм регламента (ΔT_i) и выбрать ту из форм, где $\Delta T_i \min$.

В целях упрощения расчетов можно с использованием формул (2.7, 2.8) определить точки зависимости $T_i = f(t_{пр.})$ для двух соседних форм технического обслуживания $t_{пр.} = \tau_{ф1}$, $t_{пр.} = \tau_{ф2}$, или $t_{пр.} = \tau_{ф2}$, $t_{пр.} = \tau_{ф3}$, или

$t_{пр.} = \tau_{ф3}, t_{пр.} = \tau_{ф4}$. Далее необходимо сравнить дополнительные затраты трудоемкости (ΔT_i) i -го изделия при условии выполнения операций на одной из двух соседних форм регламента и выбрать $\Delta T_{ij\min}$.

Для всей группы изделий разовые дополнительные затраты трудоемкости ΔT_{II}^P определяются из выражения

$$\Delta T_{II}^P = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_{II}} \Delta T_{ij\min}, \quad (2.9)$$

где $\Delta T_{ij\min}$ - минимальные дополнительные затраты трудоемкости технического обслуживания i -го изделия на j -й форме регламента;

i - порядковый номер изделия;

n_{II} - количество изделий во второй группе;

j - порядковый номер формы регламента;

k - количество форм регламента.

Для рассматриваемого примера без учета повторяемости форм регламента за цикл, имеем:

- для изделия 1: $\Delta T_{13} < \Delta T_{12}; \Delta T_{\min} = \Delta T_{13};$

- для изделия 2: $\Delta T_{21} < \Delta T_{22}; \Delta T_{\min} = \Delta T_{21};$

- для изделия 3: $\Delta T_{\min} = \Delta T_{31};$

- для изделия 4: $\Delta T_{44} < \Delta T_{43}; \Delta T_{\min} = \Delta T_{44};$

- для изделия 5: $\Delta T_{52} < \Delta T_{53}; \Delta T_{\min} = \Delta T_{52};$

- для изделия 6: $\Delta T_{61} < \Delta T_{63}; \Delta T_{\min} = \Delta T_{61}.$

Здесь так же, как и для изделий первой группы, следует учесть повторяемость за цикл форм технического обслуживания Ф-1 и Ф-2.

Следовательно, дополнительные затраты трудоемкости для всех изделий второй группы составят

$$\Delta T_{II} = \Delta T_{13}n_{\phi-3} + \Delta T_{21}n_{\phi-1} + \Delta T_{31}n_{\phi-1} + \Delta T_{44}n_{\phi-4} + \Delta T_{52}n_{\phi-2} + \Delta T_{61}n_{\phi-1}. \quad (2.10)$$

Для изделий второй группы так же, как и для изделий первой группы, выполняются те же варианты расчета, с тем же числом форм технического обслуживания и с той же периодичностью их проведения. Из всех вариантов выбирается наилучший ($\Delta T_{II \min}$).

Наилучший вариант регламента с учетом двух групп изделий выбирается по критерию

$$\Delta T_{\min} = (\Delta T_I + \Delta T_{II})_{\min} \quad (2.11)$$

2.1 Контрольные вопросы

Ответить на следующие вопросы:

1 Привести классификацию стратегий технического обслуживания изделий функциональных систем.

2 Назвать способ выбора рациональных стратегий технического обслуживания для конкретных изделий функциональных систем.

3 Привести классификацию методов определения оптимальной периодичности технического обслуживания изделий и критерии оптимизации.

4 Привести структуру регламента технического обслуживания летательных аппаратов.

5 Назвать зависимости трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта изделий функциональных систем от периодичности выполнения на них работ по регламенту.

6 Назвать критерии оптимизации при группировке работ по техническому обслуживанию изделий первой и второй групп в формы регламента.

2.2 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. Рисунки должны иметь номера и подрисуночные подписи. В конце отчета по практическому занятию приводится литература, используемая при выполнении практического занятия.

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

- письменные ответы на вопросы для самопроверки (1, 2, 3, 4, 5, 6);
- исходную информацию по выбранному варианту;
- выбор для группировки работ приемлемых вариантов структуры регламента (не менее двух);
- необходимые расчеты для группировки работ с целью выбора наилучшего варианта структуры регламента;
- выводы по результатам.

2.3 Порядок выполнения работы

Преподаватель на установочной лекции дает рекомендации по выполнению практического занятия, уточняет объем и глубину проработки отдельных заданий, проводит консультации. Студенты изучают методические указания, получают от преподавателя варианты задания и решают задачи группировки работ по техническому обслуживанию изделий первой и второй групп в формы регламента.

В соответствии с полученным вариантом задания и с использованием исходных данных, приведенных в приложениях, студенту требуется:

- выбрать для группировки работ не менее двух приемлемых вариантов структуры регламента;

- выполнить графическое изображение схемы группировки работ по техническому обслуживанию изделий первой группы в формы регламента для наилучшего варианта;

- выполнить расчет дополнительных затрат трудоемкости ΔT_I для периодичности выполнения форм регламента для изделий первой группы;

- определить наилучший вариант №..., $\Delta T_{I \min} = \dots\dots\dots$ для периодичности выполнения форм регламента для изделий первой группы;

- выполнить графическое изображение схемы группировки работ по техническому обслуживанию изделий второй группы в формы регламента для наилучшего варианта;

- выполнить расчет дополнительных затрат трудоемкости ΔT_{II} для периодичности выполнения форм регламента для изделий второй группы;

- определить наилучший вариант №..., $\Delta T_{II \min} = \dots\dots\dots$ для периодичности выполнения форм регламента для изделий второй группы;

- выполнить расчет \min дополнительных затрат трудоемкости ΔT_{\min} для периодичности выполнения форм регламента для изделий первой и второй группы;

- выводы по результатам.

2.4 Расчет показателей эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональной системы летательных аппаратов с использованием критерия минимальных дополнительных затрат по трудоемкости в формировании регламента

1 Определяем исходные данные для решения задачи группировки двух приемлемых варианта структуры регламента. Результаты представляются в приложении А (таблица А. 1) (для изделий первой группы; $t_{пр. опт.}$ - в часах налета; T - в чел.- час) и результаты заносим в приложение Г (таблица Г. 1).

2 Определяем исходные данные для решения задачи группировки двух приемлемых варианта структуры регламента. Результаты представляются в приложении Б (таблица Б. 1) (для изделий второй группы; $t_{пр. опт.}$ - в часах налета; $\bar{T}_{ТО}, \bar{T}_P$ - в чел. - ч) и результаты заносим в приложение Г (таблица Г. 2).

3 Выбираем для группировки работ не менее двух приемлемых вариантов структуры регламента и заполняем приложение Г (таблица Г. 3).

4 Выполняем графическое изображение схемы группировки работ по техническому обслуживанию изделий первой группы в формы регламента для наилучшего варианта.

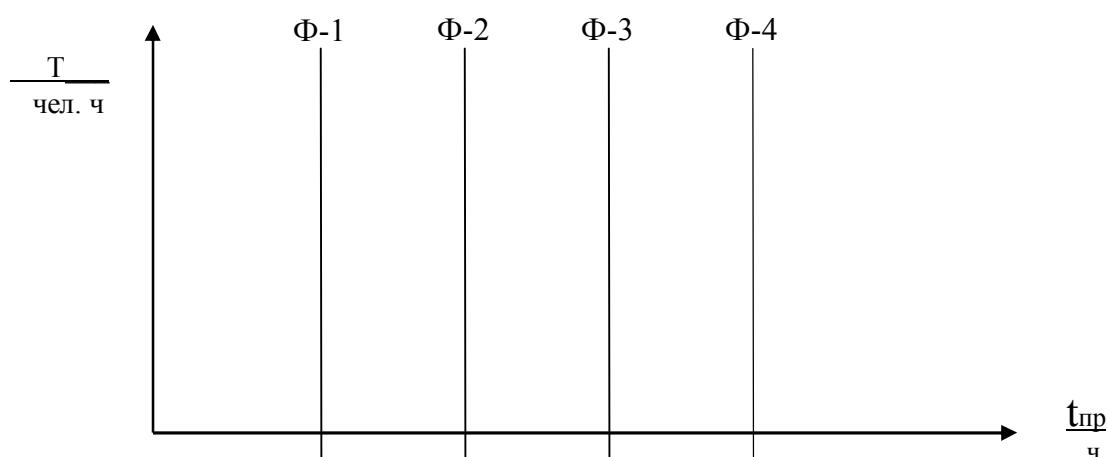


Рисунок 9 - Схема группировки работ по техническому обслуживанию изделий первой группы в формы регламента для наилучшего варианта

5 Выполняем расчет дополнительных затрат трудоемкости ΔT_I для периодичности выполнения форм регламента для изделий первой группы.

6 Результаты расчета представляются в виде таблицы Г. 4, приведенной в приложении Г.

7 Выбираем наилучший вариант №..., $\Delta T_{I \min} = \dots$ для периодичности выполнения форм регламента для изделий первой группы.

8 Выполняем графическое изображение схемы группировки работ по техническому обслуживанию изделий второй группы в формы регламента для наилучшего варианта.

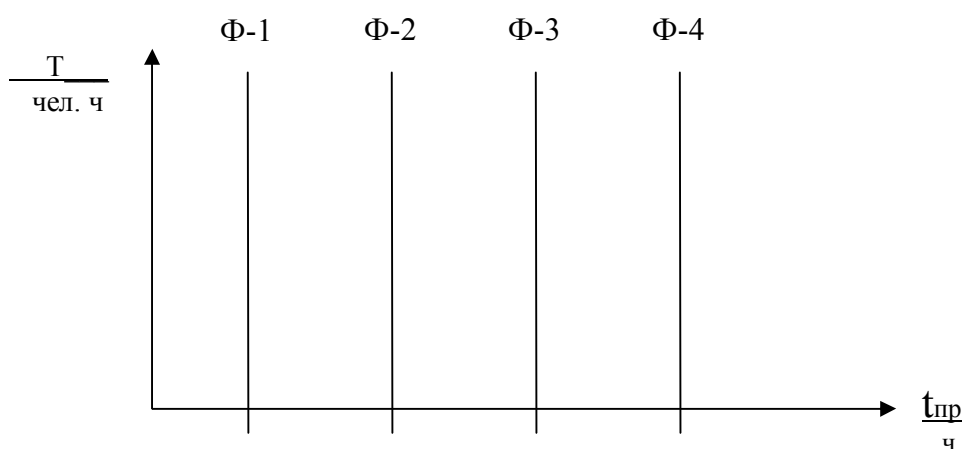


Рисунок 10 - Схема группировки работ по техническому обслуживанию изделий второй группы в формы регламента для наилучшего варианта

9 Выполняем расчет дополнительных затрат трудоемкости ΔT_{II} для периодичности выполнения форм регламента для изделий второй группы [10].

10 Результаты расчета представляются в виде таблицы Г. 5 приведенной в приложении Г.

11 Выбираем наилучший вариант №..., $\Delta T_{II \min} = \dots$ для периодичности выполнения форм регламента для изделий второй группы.

12 Выполняем расчет \min дополнительных затрат трудоемкости ΔT_{\min} для периодичности выполнения форм регламента для изделий первой и второй группы по формуле (2.11).

13 Выводы по результатам выполнения практического занятия.

Список использованных источников

- 1 Смирнов, Н. Н. Эксплуатационная надежность и режимы ТО ЛА и АД / Н. Н. Смирнов, Е. Д. Герасимова, И. Ф. Полякова. - М. : МГТУ ГА, 2002. – 58 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. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники : в 2 ч. / Ю. М. Чинючин, И. Ф. Полякова. - М. : МГТУ ГА, 2006. - Ч.2. - 73 с.
- 6 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.
- 7 Смирнов, Н. Н. Группировка работ по техническому обслуживанию изделий функциональных систем летательного аппарата в формы регламента : пособие по выполнению практических занятий / Н. Н. Смирнов. - М. : МГТУ ГА, 2006. - 22 с.
- 8 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.
- 9 Житников, Ю. З. 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.
- 10 Тарасов, Е. В. Методы проектирования летательных аппаратов / Е. В. Тарасов, В. М. Балык. – Издательство : Вузовская книга, 2011. – 322 с.

Приложение А (справочное)

Исходные данные для решения задачи

(для изделий первой группы; $t_{\text{пр. опт.}}$ - в часах налета; Т- в чел.- час)

t

Таблица А.1 - Исходные данные для решения задачи (для изделий первой группы; $t_{\text{пр. опт.}}$ - в часах налета; Т- в чел.- час)

№ изделия	Варианты заданий													
	1		2		3		4		5		6		7	
	$t_{\text{пр. опт.}}$	Т	$t_{\text{пр. опт.}}$	Т	$t_{\text{пр. опт.}}$	Т	$t_{\text{пр. опт.}}$	Т	$t_{\text{пр. опт.}}$	Т	$t_{\text{пр. опт.}}$	Т	$t_{\text{пр. опт.}}$	Т
1	800	0,3	850	0,25	830	0,35	870	0,25	900	0,2	920	0,25	950	0,3
2	1200	0,4	1300	0,3	1350	0,4	1400	0,4	1450	0,3	1500	0,3	1520	0,4
3	2900	0,7	2950	0,6	3000	0,5	3100	0,6	3150	0,4	3200	0,6	3250	0,55
4	3200	0,5	3300	0,4	3350	0,55	3370	0,5	3400	0,5	3350	0,5	3400	0,6
5	3850	0,6	3800	0,5	3700	0,6	3750	0,55	3800	0,6	3750	0,55	3000	0,65
6	5750	0,8	5800	0,75	5850	0,7	5900	0,8	6000	0,7	5800	0,8	8900	0,75
7	6550	0,9	6600	0,8	6620	0,85	6650	0,9	6700	0,8	6750	0,9	7800	0,8
8	8600	1,0	8650	0,9	8670	0,95	7900	1,0	8700	0,9	8800	0,95	9800	0,9

Продолжение таблицы А. 1

№ изделия	Варианты заданий													
	8		9		10		11		12		13		14	
	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T
1	910	0,35	940	0,3	900	0,25	800	0,35	920	0,25	930	0,3	910	0,25
2	1400	0,5	1300	0,35	1500	0,3	1300	0,4	1450	0,3	1400	0,4	1350	0,3
3	3200	0,6	2900	0,4	3150	0,4	3000	0,5	3100	0,4	3050	0,45	2950	0,4
4	3750	0,7	3400	0,6	3350	0,5	3370	0,55	3360	0,5	3600	0,6	3200	0,55
5	2900	0,65	3800	0,7	3850	0,6	3860	0,7	3900	0,6	3850	0,65	3870	0,7
6	5800	0,8	6000	0,75	8900	0,8	5850	0,8	6550	0,75	6600	0,7	6700	0,75
7	6650	0,9	8300	0,9	7800	0,95	6750	0,9	8800	0,8	9900	0,8	8700	0,8
8	10400	0,95	9800	1,0	9900	1,0	8500	0,95	9850	0,9	8600	0,95	9200	0,9

Продолжение таблицы А. 1

№ изделия	Варианты заданий													
	15		16		17		18		19		20		21	
	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T
1	875	0,35	840	0,25	830	0,2	820	0,3	930	0,35	950	0,25	940	0,3
2	1150	0,4	1300	0,4	1200	0,3	1400	0,4	1250	0,4	1200	0,3	1400	0,4
3	2850	0,5	2800	0,55	2900	0,45	3100	0,6	3000	0,5	2900	0,6	2950	0,45
4	3100	0,55	3000	0,6	3350	0,5	3600	0,65	3400	0,55	3500	0,5	3550	0,6
5	3400	0,6	3950	0,65	3800	0,6	2950	0,7	3900	0,6	3850	0,7	3900	0,65
6	5800	0,7	6800	0,7	6650	0,75	6600	0,8	6000	0,75	6300	0,8	6800	0,7
7	8700	0,8	8500	0,9	8500	0,85	8700	0,9	7800	0,8	6750	0,9	6900	0,8
8	9750	0,9	10400	1,0	9800	0,9	9200	1,0	9900	0,9	8600	1,0	8800	0,9

Продолжение таблицы А. 1

№ изделия	Варианты заданий													
	22		23		24		25		26		27		28	
	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T	t _{пр. опт.}	T
1	810	0,35	840	0,2	820	0,25	830	0,3	850	0,35	900	0,3	950	0,25
2	1100	0,4	1350	0,45	1450	0,35	1300	0,4	1400	0,4	1500	0,45	1300	0,35
3	2900	0,5	3000	0,6	3100	0,5	3150	0,6	3200	0,5	3250	0,6	2900	0,5
4	3300	0,6	3360	0,7	3370	0,6	3400	0,7	3450	0,6	3500	0,7	3350	0,7
5	3800	0,65	3850	0,75	3700	0,7	3000	0,75	3860	0,65	3870	0,75	3000	0,75
6	5800	0,7	6000	0,8	5850	0,75	6500	0,8	6550	0,75	6600	0,8	6650	0,8
7	6600	0,8	6750	0,85	8000	0,8	8500	0,9	9500	0,8	8700	0,85	9900	0,9
8	8600	0,9	8700	0,9	9800	0,95	9200	1,0	8700	0,95	9300	0,9	10300	1,0

Приложение Б (справочное)

Исходные данные для решения задачи

(для изделий второй группы; $t_{\text{пр.опт.}}$ - в часах налета; $\bar{T}_{\text{ТО}}, \bar{T}_P$ - в чел. - ч)

Таблица Б.1 - Исходные данные для решения задачи (для изделий второй группы; $t_{\text{пр.опт.}}$ - в часах налета; $\bar{T}_{\text{ТО}}, \bar{T}_P$ - в чел. - ч)

№ изделия	Варианты заданий															
	1				2				3				4			
	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{ТО}}$	\bar{T}_P	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{ТО}}$	\bar{T}_P	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{ТО}}$	\bar{T}_P	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{ТО}}$	\bar{T}_P	$\omega_0 \times 10^{-4}$
1	900	0,3	1,1	1,2	850	0,2	0,9	1,1	920	0,3	1,2	0,9	910	0,25	1,1	0,7
2	1600	0,25	1,2	0,17	1550	0,3	1	1,5	1700	0,35	1,3	1,3	1650	0,3	1,3	0,9
3	3000	0,3	1,25	0,7	3050	0,35	1,2	0,08	3200	0,4	1,4	0,9	3250	0,35	1,5	1,2
4	3900	0,4	1,3	0,22	3800	0,4	1,4	2,1	3850	0,45	1,5	0,2	3750	0,4	1,6	0,19
5	5700	0,5	1,4	1,6	5750	0,45	1,5	0,16	5800	0,5	1,7	0,14	5900	0,6	1,8	0,15
6	7800	0,6	1,7	0,23	6900	0,7	1,9	0,22	7900	0,7	1,8	0,21	7850	0,7	2	0,18

Продолжение таблицы Б. 1

Варианты заданий																
№	5				6				7				8			
изделия	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$
1	860	0,3	0,8	1,1	870	0,2	0,9	0,8	880	0,3	1,1	1,2	890	0,25	1,2	0,8
2	1700	0,35	1,1	1,6	1720	0,35	1,2	1,1	1650	0,35	1,3	0,9	1680	0,3	1,4	1,1
3	3100	0,2	1,2	0,8	3000	0,4	1,3	1,2	3250	0,4	1,4	1,1	3200	0,4	1,5	1,3
4	3750	0,4	1,4	0,21	3900	0,45	1,5	0,2	3800	0,5	1,6	0,21	3850	0,45	1,3	0,2
5	6000	0,6	1,8	0,17	5800	0,5	1,7	0,14	5900	0,65	1,9	0,16	6100	0,6	1,7	0,18
6	7800	0,7	1,9	0,21	6900	0,6	1,8	0,21	7700	0,7	2	0,23	7750	0,7	1,9	0,19

Продолжение таблицы Б. 1

Варианты заданий																
№	9				10				11				12			
изделия	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$
1	910	0,2	0,8	0,7	890	0,25	0,9	0,8	950	0,3	1,2	0,7	940	0,25	1,1	0,9
2	1500	0,3	1	1,1	1550	0,4	1,1	1,2	1600	0,35	1,3	1,1	1680	0,3	1,3	0,8
3	3200	0,35	1,1	0,9	3100	0,45	1,3	1,6	3200	0,4	1,4	1,5	3000	0,4	1	1,4
4	3750	0,4	1,4	0,12	3800	0,5	1,4	0,19	3850	0,5	1,6	0,13	3900	0,5	1,5	0,17
5	5800	0,5	1,7	0,15	5850	0,6	1,6	0,21	5900	0,6	1,7	0,17	5700	0,6	1,7	0,19
6	6900	0,6	1,8	0,19	7800	0,7	2	0,22	7900	0,65	1,9	0,23	7700	0,7	1,8	0,21

Продолжение таблицы Б. 1

Варианты заданий																
№	13				14				15				16			
изделия	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_o \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_o \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_o \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_o \times 10^{-4}$
1	850	0,15	0,9	0,8	910	0,2	1	0,9	920	0,25	0,8	0,7	900	0,15	1,2	0,9
2	1550	0,2	1,2	1,1	1600	0,3	1,1	1,2	1650	0,3	1	1,3	1700	0,25	0,9	1,1
3	3100	0,3	1,1	0,8	3150	0,4	1,3	1,3	3200	0,35	1,2	0,9	3250	0,3	1,3	1,2
4	3750	0,4	1,3	0,13	3800	0,45	1,5	0,16	3850	0,4	1,4	0,16	3900	0,4	1,4	0,16
5	5700	0,5	1,6	0,17	5750	0,5	1,8	0,18	5800	0,5	1,6	0,21	5850	0,6	1,6	0,17
6	6900	0,6	1,8	0,21	7700	0,6	2	0,22	7750	0,7	1,8	0,22	7900	0,7	2	0,19

Продолжение таблицы Б. 1

Варианты заданий																
№	17				18				19				20			
изделия	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_o \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_o \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_o \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_o \times 10^{-4}$
1	850	0,15	1,2	0,6	860	0,2	1	0,9	870	0,25	0,9	1,1	880	0,2	1,2	0,7
2	1550	0,2	1	0,9	1600	0,3	1,2	1,1	1650	0,3	1,1	0,9	1700	0,2	1,2	0,9
3	3100	0,3	1,3	1,2	3200	0,35	1,2	1,3	3150	0,4	1,3	0,8	3250	0,3	1,3	0,8
4	3800	0,35	1,5	0,16	3850	0,4	1,4	0,21	3900	0,45	1,5	0,13	3700	0,35	1,4	0,16
5	5750	0,4	1,8	0,19	5900	0,5	1,7	0,23	5850	0,6	1,8	0,18	5800	0,45	1,7	0,18
6	7700	0,6	2	0,22	7750	0,7	1,9	0,18	7800	0,7	2	0,21	7850	0,6	1,8	0,19

Продолжение таблицы Б. 1

		Варианты заданий															
№	21				22				23				24				
изделия	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	
1	890	0,2	0,9	0,7	900	0,15	1,2	0,9	910	0,25	1,1	0,8	920	0,3	1	0,9	
2	1620	0,3	1	0,9	1630	0,2	1,1	0,8	1640	0,3	1,3	0,9	1660	0,35	1,2	0,7	
3	3000	0,35	1,3	1,1	3150	0,35	1,3	1,2	3200	0,4	1,2	1,1	3050	0,4	1,3	1,1	
4	3600	0,4	1,6	0,15	3650	0,5	1,5	0,16	3700	0,5	1,4	0,12	3750	0,55	1,4	0,13	
5	5700	0,5	1,8	0,17	5750	0,65	1,9	0,18	5800	0,6	1,7	0,13	5900	0,6	1,7	0,16	
6	7900	0,6	2	0,22	7850	0,7	2	0,21	7800	0,7	1,9	0,22	7700	0,65	1,9	0,19	

Продолжение таблицы Б. 1

		Варианты заданий															
№	25				26				27				28				
изделия	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	$t_{\text{пр.опт.}}$	$\bar{T}_{\text{то}}$	$\bar{T}_{\text{р}}$	$\omega_0 \times 10^{-4}$	
1	910	0,2	0,8	0,9	900	0,15	0,9	0,8	890	0,2	1,1	0,9	850	0,25	1	0,8	
2	1600	0,35	0,9	1,1	1620	0,3	1,1	0,9	1630	0,3	0,9	0,7	1640	0,3	1,2	0,9	
3	2950	0,4	1,2	0,8	3000	0,35	1,3	1,2	3100	0,4	1,2	1,1	3200	0,4	1,3	1,2	
4	3650	0,5	1,4	0,12	3700	0,4	1,8	0,16	3750	0,5	1,3	0,14	3600	0,5	1,4	0,15	
5	5700	0,55	1,8	0,13	5800	0,6	1,6	0,17	5900	0,6	1,5	0,16	5850	0,55	1,8	0,18	
6	7000	0,6	2	0,19	7500	0,7	1,7	0,21	7600	0,7	1,8	0,22	7800	0,6	2	0,21	

Приложение В (справочное)

Значения периодичности выполнения форм регламента, рекомендуемые для использования при группировке работ

Таблица В. 1 - Рекомендуемые значения периодичности выполнения форм регламента в часах налета

Вариант	Периодичность выполнения форм регламента			
	Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4
1	500	2000	4000	8000
2	600	2400	4800	9600
3	700	2800	5600	10200

П р и м е ч а н и е - Студент вправе выбрать для расчетов и другие варианты значений периодичности выполнения форм регламента.

Приложение Г (обязательное)

Результаты расчета показателей эффективности периодичности технического обслуживания изделий функциональных систем летательных аппаратов с использованием критерия минимальных дополнительных затрат по трудоемкости в формировании регламента

Таблица Г. 1 - Результаты решения задачи для изделий первой группы ($t_{\text{пр. опт.}}$ - в часах налета; T - в чел. - час)

№ izdel.	$t_{\text{пр. опт.}}$	T
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Таблица Г. 2 - Результаты решения задачи для изделий второй группы ($t_{\text{пр. опт.}}$ - в часах налета; $\bar{T}_{\text{ТО}}$, $\bar{T}_{\text{Р}}$ - в чел. - час)

№ izdel.	$t_{\text{пр. опт.}}$	$\bar{T}_{\text{ТО}}$	$\bar{T}_{\text{Р}}$	ω_0
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Таблица Г. 3 - Периодичность выполнения форм регламента в часах налета

Вариант	Периодичность выполнения форм регламента			
	Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4
1				
2				
3				

Таблица Г. 4 - Периодичность выполнения форм регламента для изделий первой группы в часах налета

Вариант	Периодичность выполнения форм				ΔT_I
	Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4	
1					
2					
3					

Наилучший вариант №..., $\Delta T_{I \min} = \dots\dots\dots$

Таблица Г. 5 - Периодичность выполнения форм регламента для изделий второй группы в часах налета

Вариант	Периодичность выполнения форм				ΔT_{II}
	Ф-1	Ф-2	Ф-3	Ф-4	
1					
2					
3					

Наилучший вариант №..., $\Delta T_{II \min} = \dots\dots\dots$