

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
Киевский институт инженеров гражданской авиации

УДК 629.7.036.3.083

На правах рукописи

Новиков Иван Михайлович

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВОЗДУШНОГО СУДНА
ЭКСПЛУАТАНТА

Специальность 05.22.14 - Эксплуатация воздушного транспорта

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев 1993

Диссертацией является рукопись.

Работа выполнена в Киевском институте инженеров гражданской авиации.

Научный руководитель -

доктор технических наук,
профессор Ш.С.Черненко

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор В.М.Воробьев

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00802570 (M)

кандидат технических наук,
В.Б.Горбановский

Ведущая организация -

авиакомпания Міжнародні
Авіалінії України (Air Ukraine
International, г.Киев)

Защита состоится 28 декабря 1993г. в 10.00 час. на заседании специализированного Совета Д 072.04.01 в Киевском институте инженеров гражданской авиации (252058, г.Киев-58, проспект Космонавта Комарова, 1).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского института инженеров гражданской авиации.

Автореферат разослан 26 ноября 1993г.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
доктор технических наук

Н.Ф.Дмитриченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Непрерывно возрастающая сложность изделий авиационной техники и высокая степень последствий их отказов обуславливает повышенные требования к уровню их эффективности и надежности эксплуатации. Огромную роль в достижении этих показателей играют процессы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) изделий авиационной техники (АТ). Чем с большим соответствием уровню технического состояния изделий АТ назначаются и выполняются работы по ТОиР, тем выше показатели эффективности и надежности.

Программа ТОиР, во многом определяющая нормированную модель эксплуатации, представляет собой совокупность работ по поддержанию заданного уровня технического состояния и периодичность их проведения, в течении жизненного цикла изделия.

В настоящее время Программа ТОиР создается на последних этапах проектирования, уточняется в ходе испытаний и массовой эксплуатации изделий, как правило, без применения научно-обоснованных методов и методик, учитывающих различные особенности процессов эксплуатации. Это приводит к необоснованному росту эксплуатационных расходов. Решение вопросов разработки Программ ТОиР изделий АТ базируется на оценке уровня конструктивно-эксплуатационных свойств объектов эксплуатации с использованием обобщенной модели надежности, позволяющей учесть эти свойства при формировании перечня профилактических работ, направленных на поддержание соответствующего уровня безопасности полетов.

Наряду с этим, важным звеном в разработке Программы ТОиР является ее увязка с интенсивностью использования и объемом парка изделий АТ, а также уровнем (оснащенностью) базы эксплуатанта.

Поэтому разработка методики формирования Программы ТОиР эксплуатанта, направленной на реализацию конструктивно-эксплуатационных свойств изделий АТ с учетом организационно-технологических аспектов базы эксплуатанта, представляется важной и актуальной.

Целью работы является исследование моделей и методов построения Программ ТОиР изделий АТ и создание методики формирования Программы ТОиР эксплуатанта путем разработки алгоритмов принятия решений в процессе эксплуатации.

Для достижения указанной цели ставились и были решены следующие задачи:

1. Исследование и классификация процессов, определяющих изменение технического состояния изделий АТ в эксплуатации.
2. Разработка обобщенной модели надежности.
3. Разработка методики формирования перечня профилактических работ при

ТО с учетом требований надежности и интенсивности использования парка воздушных судов (ВС).

4. Разработка модели использования парка ВС, учитывающей организационно-технологические аспекты базы эксплуатанта.

Методы исследования. При решении поставленных задач использованы методы теории вероятности и математической статистики, математической теории надежности, теории случайных процессов, имитационного моделирования.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработана обобщенная модель надежности, учитывающая процессы формирования технического состояния изделий АТ.

2. Разработана методика формирования перечня профилактических работ при техническом обслуживании.

3. Разработана модель использования ВС, адаптивная к организационно-технологическим аспектам базы эксплуатанта.

4. Разработана методика формирования Программы ТОиР эксплуатанта.

Практическая ценность работы. Результаты работы использовались при разработке регламентов ТО ВС ГА Ту-154, Ту-134, Як-42.

Реализация результатов работы. Результаты исследований использованы при выполнении работ по теме "Разработка системы технической эксплуатации самолета Ту-204", в "Методике формирования адаптивного регламента технического обслуживания ВС ГА (утв.нач. ГУЭРАТ МГА СССР 21.09.1988) и "Рекомендациях по увеличению периодичности технического обслуживания самолета Як-42(утв.нач. ГУЭРАТ МГА СССР 14.12.1988).

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на ВНТК "Совершенствование методов эксплуатации авиационной техники" и "Информационное обеспечение системы технического обслуживания и ремонта авиационной техники".

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 научных статей, основное содержание изложено в отчетах по НИР(МН) гос.рег.02.82.8019330, 02.84.0056088, 01.84.0049099, 02.85.0088611, 01.86.0095720).

Структура и объем работы. Работа состоит из четырех глав, списка использованной литературы и приложений. Основной текст изложен на 143 страницах машинописного текста, содержит 37 рисунков, 28 таблиц. Библиографический список включает 112 наименований, объем приложений - 15 стр. машинописного текста.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность вопросов, составляющих предмет исследования и разработки, дается краткая характеристика работы.

В первой главе проводится анализ и исследование процессов ТОиР ВС ГА, как объекта эксплуатации, определению их места в процессе эксплуатации. В настоящее время эффективность процессов эксплуатации оценивается сов-

купностью показателей, которые определяются исходя из требований безопасности и регулярности полетов, эффективности эксплуатации. Использование ВС по прямому назначению приводит к деградации функциональных свойств изделий эксплуатации, что ведет к увеличению затрат, связанных с проведением ТОиР и возможными исходами эксплуатации.

Существующая планово-предупредительная система ТОиР предусматривает планирование деградации свойств объектов путем проведения предупреждающих управляющих воздействий на объект с целью недопущения снижения уровня безопасности полетов. При этом комплекс работ по предупреждению отказов и поддержанию исправного состояния при использовании по назначению не увязан с истинными уровнями конструктивно-эксплуатационных свойств (КЭС) изделий АТ. Не учитываются при этом интенсивность и внешние условия эксплуатации объектов, а также уровень производственной базы эксплуатанта.

Наиболее полно КЭС объекта и эксплуатирующей организации эксплуатанта описывается коэффициентом технического использования, представляющим собой отношение математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии к сумме математических ожиданий времени пребывания объекта в работоспособном состоянии, времени простоев, обусловленных плановым и неплановым техническим обслуживанием и ремонтом. С точки зрения эксплуатанта АТ главной задачей должно являться достижение максимального значения коэффициента использования Кисп., что обеспечивает необходимую рентабельность авиационных перевозок. Для этого необходимо максимально увеличить долю времени, которую объект проведет в работоспособном состоянии, что соответствует максимуму коэффициента готовности, $(K_g) \rightarrow \max$, и уменьшить время простоев $(K_{пр}) \rightarrow \min$. С другой стороны, коэффициент использования, с учетом структуры годового фонда времени может быть представлен зависимостью годового налета часов N и суммарных простоев

$$K_{исп} = \frac{1 - K_d}{1 + \sum_{i=1}^3 L_i}, \quad i = 1, 2, 3, \quad (1)$$

где $L_1 = \frac{t_{пр.}}{N}$ - удельные простои в рейсе;

$L_2 = \frac{t_{в}}{N}$ - удельные простои на восстановлении работоспособности (устранении отказов);

$L_3 = \frac{t_{то}}{N}$ - удельные простои на плановом техническом обслуживании;

K_d - удельные простои по организационным причинам.

Представленная зависимость коэффициента использования в виде $K_{исп} = f(L_1, L_2, L_3)$, где L_1 - комплекс, характеризующий уровень коммерческой эксплуатации, L_2 - комплекс, характеризующий уровень КЭС, L_3 - комплекс, характеризующий систему ТОиР.

В свою очередь, удельные простои на восстановлении работоспособности L_2 определяются такими свойствами объекта, как безотказность и ремонтпригодность, $-L_2 = K_{вр} = f(\Lambda, T_{то}, T_{в})$, где Λ - параметр потока (интенсивность) отказов, $T_{то}$ - периодичность проведения ТО, $T_{в}$ - время восстановления работоспособности, а удельные простои на ТО, L_3 - характеризуют базу эксплуатанта с точки зрения проведения работ по ТОиР, $L_3 = K_{то} = f(t_{то}, T_{то})$, где $t_{то}$, $T_{то}$ - соответственно продолжительность и периодичность проведения работ по ТОиР.

Сумма этих двух безразмерных комплексов определяет (L_2 и L_3) коэффициент простоя

$$K_{пр} = K_{вр} + K_{то}.$$

Минимизируя значение $K_{пр}$ можно определить оптимальную периодичность ТО изделия. Отсюда можно сделать вывод о том, что оптимальная периодичность ТО определяется:

- для $K_{вр}$ - конструктивно-эксплуатационными свойствами объекта, изменение которых в эксплуатации оценивается показателями надежности;
- для $K_{то}$ - организационно-технологическими аспектами базы эксплуатации, определяющими продолжительность процесса обслуживания.

В результате дальнейшего анализа были выделены основные показатели качества процесса ТОиР, к которым относятся:

- отношение математического ожидания затрат ко времени эксплуатации, наработку, объему выпущенной продукции или выполненной работы;
- вероятность безотказной работы;
- коэффициент технического использования;
- коэффициент оперативной готовности.

Задача разработки Программ ТОиР для типа ВС и эксплуатанта в общем виде является задачей управления техническим состоянием изделий ВС с целью достижения наилучших значений отмеченных выше показателей. Указанный подход позволил сформулировать принципы построения методики формирования Программы ТОиР, которые привели к постановке и разработке следующих основных задач:

1. Разработка модели надежности на основе исследования процессов, определяющих техническое состояние изделий АТ.

2. Разработка критериев адаптации Программы ТОиР к конструктивно-эксплуатационным свойствам объекта эксплуатации.

3. Разработка методики формирования перечня профилактических работ при техническом обслуживании.

4. Разработка модели использования ВС адаптивной к организационно-технологическим аспектам базы эксплуатанта.

5. Разработка методики формирования Программы ТОиР эксплуатанта.

Вторая глава посвящена вопросам разработки критериев и алгоритмов формирования и корректировки Программы ТОиР, адаптивной к конструктивно-эксплуатационным свойствам изделий.

Дается обзор методов определения оптимальной периодичности ТОиР, созданных в рамках математической теории надежности технических систем. Разработано значительное количество математических моделей, которые ориентированы на различные стратегии обслуживания, однако, как правило, в этих моделях не рассматривается многорежимность использования, комплексность видов обслуживания. В качестве удобного инструмента для практического решения вопросов, увязывающих все стороны процесса эксплуатации может быть использован метод прямого дифференцирования функции связи показателей надежности и технического обслуживания. Исходной функцией, лежащей в основе данного метода является функция, содержащая либо один обобщенный показатель надежности (коэффициент готовности K_g), либо стоимостные показатели.

С точки зрения эксплуатации ВС ГА интерес представляет решение задачи максимизации коэффициента готовности K_g , что соответствует минимизации простоев на техническом обслуживании $K_{тo}$ и восстановлении работоспособности $K_{вp}$.

Простой на восстановлении работоспособности и техническом обслуживании соответственно определяются как

$$K_{вp} = \frac{t_{тo}}{T_{тo}} \cdot \int_0^{t_{тo}} \lambda(t) dt = \frac{t_{тo}}{T_{тo}} [-\ln P(T_{тo})], \quad (2)$$

$$K_{тo} = \frac{t_{тo}}{T_{тo}}, \quad (3)$$

где $\lambda(t)$ - интенсивность отказов,

$P(T_{тo})$ - вероятность сохранения работоспособности,

$T_{в}$ - среднее время восстановления работоспособности,

$T_{тo}, t_{тo}$ - периодичность и продолжительность проведения ТО.

Тогда

$$K_{пp} = K_{тo} + K_{вp} = \frac{t_{тo}}{T_{тo}} + \frac{T_{в}}{T_{тo}} [-\ln P(T_{тo})]. \quad (4)$$

Важное место в исследовании сложных систем отводится правильному выбору модели формирования отказов (модели надежности) и дальнейшему ее описа-

нию. Анализ статистических данных об отказах и неисправностях изделий АТ, собранных в процессе эксплуатации самолетов Ту-134, Ту-154, Як-42 позволил установить, что процессы формирования технического состояния объектов эксплуатации описываются различными законами распределения. Основными из них являются: Вейбулла-Гнеденко, нормальный, экспоненциальный и логарифмически-нормальный законы распределения. В этой группе распределений распределение Вейбулла-Гнеденко является наиболее универсальным и при значениях параметра формы распределения "b" равным b=1, b=2, b=3.5 и b=4.0 соответственно принимает вид экспоненциального, Ралея и нормального распределений. Поскольку параметр формы "b" распределения (как и коэффициент вариации) является достаточно устойчивой характеристикой типичных физических процессов деградации и в меньшей мере зависит от конструктивных особенностей, он, с достаточной для инженерной практики точностью, может быть использован для характеристики процесса формирования технического состояния.

Используя в выражении (4) параметры распределения Вейбулла получим зависимость вида

$$K_{пр} = \frac{t_{то}}{T_{то}} + \frac{T_b}{T_{то}} \cdot \left(\frac{t_{то}}{a} \right) \quad (5)$$

Исследовав на экстремум выражение для коэффициента простоя $K_{пр}$ можно определить оптимальную периодичность $T_{то}$ изделия, обеспечивающую его минимальное значение

$$T_{то} = \frac{a}{b \sqrt{b-1}} \cdot b \sqrt{\frac{t_{то}}{T_b}} \quad (6)$$

Использование параметра масштаба распределения "a" не учитывает вероятностных аспектов возникновения отказов, поэтому представив "a" как зависимость от вероятности отказа "q" и ресурса изделия "R", получим выражение

$$T_{то} = \frac{R}{b \sqrt{q \cdot (b-1)}} \cdot b \sqrt{\frac{t_{то}}{T_b}} \quad (7)$$

где R - ресурс изделия;
q - вероятность отказа.

Для оценки количественных значений вероятности возникновения отказов изделий АТ использовались статистические данные об отказах и неисправностях парка самолетов Ту-134, Ту-154 по материалам технолого-конструкторских бюро Внуковского ПОГА и Бориспольского авиаотряда, а также на основании

данных о ремонте ВС в авиаремонтных заводах N 400ГА и N 407 ГА.

Анализ диапазонов изменения вероятности возникновения отказа "q" и параметра формы распределения "b" в зависимости от различных факторов, определяющих вид распределения, позволил классифицировать изделия по следующим группам (табл.1).

Таблица 1

Классификация изделий по группам

Код группы	Параметр формы, "b"	Вероятность отказа, "q"	Появление отказа
I1	2.7 - 3.8	0.008 - 0.025	Не допускается
I2	2.7 - 3.8	0.025 - 0.2	Допускается
II1	1.4 - 2.7	0.008 - 0.025	Не допускается
II2	1.4 - 2.7	0.025 - 0.2	Допускается
III	1.1 - 1.4	0.2 и выше	Неотказавших изделий нет

Полученная зависимость периодичности технического обслуживания изделий $T_{то} = f(R, q, b, t_{то}/T_b)$ позволяет определить диапазоны изменения приведенной к ресурсу периодичности обслуживания изделия $T_{опт}/R$ с учетом его конструктивно-эксплуатационных свойств (рис.1). Анализ данной зависимости позволяет сделать вывод о том, что для групп изделий, у которых не допускается появление отказов - коды III, II2, в пределах приведенной к ресурсу периодичности T_0 $T_{то}/R = 0 - 1$ относительная продолжительность обслуживания практически остается постоянной.

Использование в выражении (7) вместо вероятности отказа "q" интенсивности отказов $\lambda(t)$, позволяет оценить реальные уровни интенсивности отказов изделий, которые могут быть достигнуты в эксплуатации и использоваться в качестве предельных значений при оценке уровней надежности (рис.2).

Штатные требования по безопасности полетов ставят задачу определения периодичности выполнения видов работ при T_0 , направленных на предотвращение появления определенного вида полетных ситуаций Q_1 , количественные вероятности возникновения которых отражены в нормативно-технической документации (табл.2) :

$$T_{тоj} = T_{то} \times b \sqrt{\frac{Q_1 - 1}{Q_1}} \quad ; \quad (8)$$

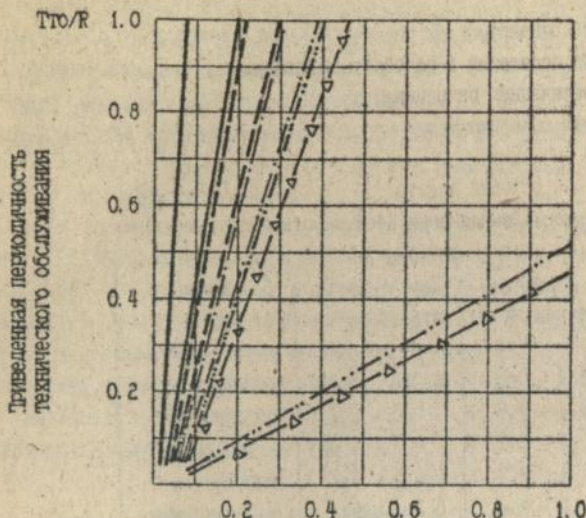


Рис. 1. Зависимость изменения приведенной периодичности ТО $T_{то} / R$ от относительной продолжительности ТО $t_{то} / T_{в}$: --- группа изделий код III; -.- группа изделий код II; группа изделий код I; -△- группа изделий код I2.

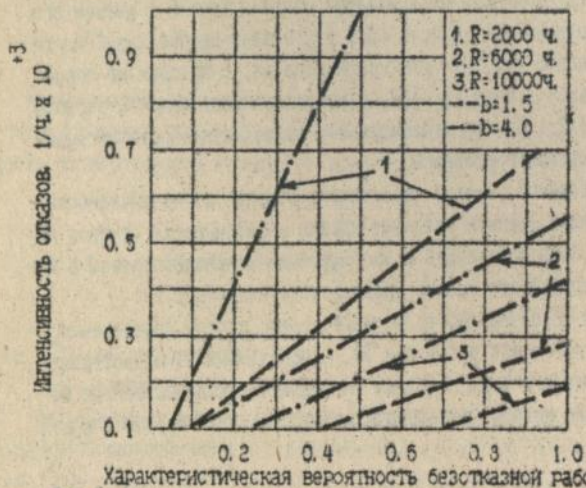


Рис. 2. Зависимость изменения интенсивности отказов от характеристической вероятности безотказной работы для различных значений ресурсов изделия R и параметра формы распределения "b".

где q - вероятность отказа;

Q_i - вероятность появления i -ой полетной ситуации;

$i = \begin{cases} 1 - \text{катастрофическая ситуация} \\ 2 - \text{аварийная ситуация} \\ 3 - \text{сложная ситуация} \\ 4 - \text{усложнение условий полета} \end{cases}$

T_{0j} - периодичность выполнения j -ой работы, направленной на предотвращение i -ой полетной ситуации, $j = 1 \dots 4$.

Таблица 2

Определение периодичности выполнения работ по ТО

NN пп	Вид работы технического обслуживания	Периодичность выполнения
1.	Контроль предельного состояния	$T_a = R$
2.	Контроль работоспособности	$T_c = T_a/b \sqrt{10^2}$
3.	Контроль функционирования	$T_y = T_a/b \sqrt{10^4}$
4.	Контроль целостности конструкции	$T_{цк} = T_a/b \sqrt{10^6}$

Предложенный подход позволяет определить основные (базовые) величины наработки объекта, при которых должно осуществляться техническое обслуживание (периодичность контроля параметров) и которые позволят сформировать регламент технического обслуживания (РТО) ВС и перечень изделий, для которых может быть установлен дискретный или непрерывный способ (вид) регистрации параметров контроля. (табл. 3).

Таблица 3

Периодичность выполнения работ по техническому обслуживанию

Характеристика изделия	Ресурс межремонтный, ч.	Периодичность проведения работ по контролю, ч.		
		работоспособн.	функционирован.	техн. состояния
$b = 4$	7000	2459	700	221
$b = 3$	7000	1508	325.8	150.5
$b = 2$	7000	700	70	22
$b = 1$	7000	70	0.7	0.07

Алгоритм формирования РТО, в основу которого заложены – суточный налет $t_{сут.} = \Gamma(\text{Кисп})$, вероятности возникновения полетных ситуаций $Q_i (i=1, \dots, 4)$, периодичности проведения работ по ТО определенного вида $T_{тоj} (j=1, \dots, 4)$, ресурс объекта эксплуатации R – позволяет производить группирование работ в формы ТО путем сравнения полученных периодичностей выполнения работ ($T_{тоj}$), с характеристиками (показателями) использования объекта эксплуатации – ресурсом R , вероятностями возникновения i -х ситуаций полета Q_i и коэффициентом использования Кисп (табл.4).

Таблица 4

Структура регламента технического обслуживания

Ресурс объекта, ч.	Периодичность ТО, ч.						Годовой налет, ч.	Суточный налет, ч.
	оперативное			периодическое				
7000	5	20	70	140	700	2100	2100	5.75
9000	10	30	90	180	900	2700	2700	7.39
12000	10	40	120	360	1200	3600	3600	9.86

Результаты исследований, описываемые в этой главе позволили:

- обосновать в качестве обобщенной модели надежности – математическую модель, базирующуюся на использовании распределения Вейбулла-Гнеденко;
- обосновать диапазон изменения параметров закона распределения;
- установить взаимосвязь параметров закона распределения с процессом потери работоспособности изделий АТ;
- разработать на базе обобщенной модели надежности критерий оптимальной периодичности технического обслуживания $T_{то}$ выполнения работ по ТОиР;
- установить взаимосвязь характера повреждаемости изделий АТ и рациональных видов управляющих воздействий (видов работ) при ТО, направленных на предупреждение их появления;
- установить взаимосвязь видов работ при ТО и стратегий их реализации;
- обосновать и разработать алгоритм формирования регламента ТОиР с учетом разработанных критериев.

Третья глава посвящена разработке модели эксплуатации, учитывающей организационно-технологические аспекты эксплуатации, использующей метод имитационного моделирования, и методов реализации этих аспектов в Программе ТОиР эксплуатанта.

Классификация факторов, определяющих организационно-технологические аспекты позволила выделить такие показатели как:

- удельные простои на ТО;

- удельные простои на восстановлении работоспособности;
- удельные простои по организационным причинам.

Эти показатели являются комплексными, т.к. несут в себе информацию о ремонтопригодности и безотказности изделий АТ, а также - о способности эксплуатанта проводить техническое обслуживание.

Способность эксплуатанта проводить ТО определяется:

- налетом часов (наработкой) объекта эксплуатации;
- количеством (размером) парка объектов эксплуатации;
- количеством исполнителей при ТО;
- организационной структурой базы эксплуатанта.

Предложенная модель использования (1) позволила установить, что при существующем уровне коммерческой эксплуатации, простоев на техническом обслуживании и простоев по организационным причинам невозможно обеспечить достижение уровня годового налета на среднесписочный самолет более 3000 часов (рис.3).

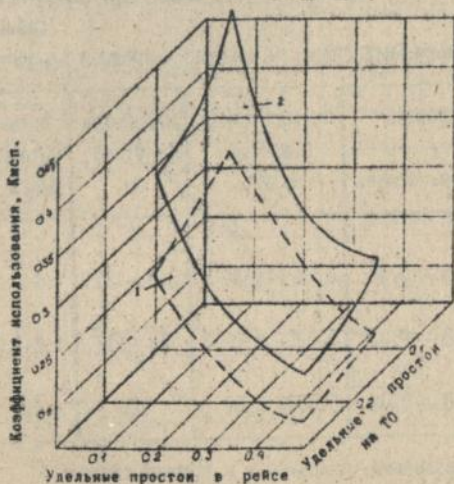


Рис.3. Характер изменения коэффициента использования $K_{исп} = f(L_1, K_d)$:

1 - $K_d = 0.2$; 2 - $K_d = 0$.

Анализ компонентов модели позволил решить следующие вопросы, характеризующие процессы технического обслуживания:

- обосновать предельные диапазоны удельных простоев на ТО и восстановления работоспособности с учетом структуры регламента ТО и конструктивно-эксплуатационных свойств изделий;

- обосновать диапазоны изменения численности инженерно-технического персонала в зависимости от размера парка эксплуатируемых объектов и удельной нагруженности регламента ТО.

Решение этих вопросов осуществлялось с помощью модели, описывающей удельные простои на ТО

$$K_{тo} = f(N_{вс}, N_{уд}, K_{у}, f_{к}),$$

где $N_{вс}$ - количество эксплуатируемых воздушных судов,

$N_{уд}$ - удельная нагруженность (трудоемкость) регламента ТО;

$K_{у}$ - характеристика смены по техническому обслуживанию ;

$f_{к}$ - характеристика структуры регламента ТО.

Данные моделирования позволили разработать номограмму выбора (определения) предельного количества воздушных судов в зависимости от интенсивности использования парка, количества исполнителей и структуры РТО (количество форм ТО, удельная нагруженность регламента) - рис.4.

Рассматривая вторую составляющую модели, - удельные простои на восстановлении работоспособности (устранении отказов) $K_{вр}$ - определились предельные нормы параметра потока (интенсивности) отказов различных групп изделий и соответствующие им значения показателей ремонтпригодности (табл.5).

Таблица 5

Диапазоны изменения интенсивности отказов и средней наработки на отказ

Коэффициент простоя		Интенсивность отказов, λ , 1/ч.	Наработка на отказ, ч.	Время устранения, ч.	Параметр формы "b"
на ТО	устр. отказа				
0.15- 0.07	0.8 - 0.04	0.04 - 0.8	12.5 - 25	1	1-2
0.15- 0.07	0.8 - 0.04	0.025- 0.0263	38 - 40	1.6-3.2	1-2
0.15- 0.07	0.8 - 0.04	0.008- 0.01	120	4.8	1-2

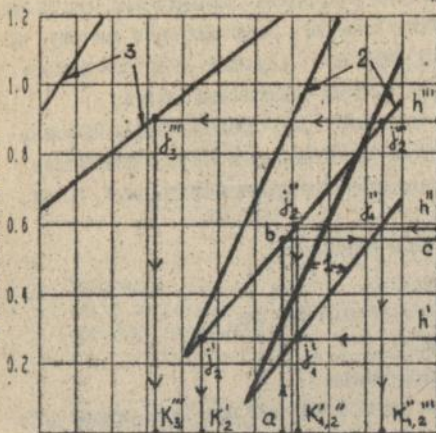
В результате исследований, изложенных в третьей главе:

- разработана классификация факторов и определены показатели, характеризующие организационно-технологические особенности базы эксплуатанта;

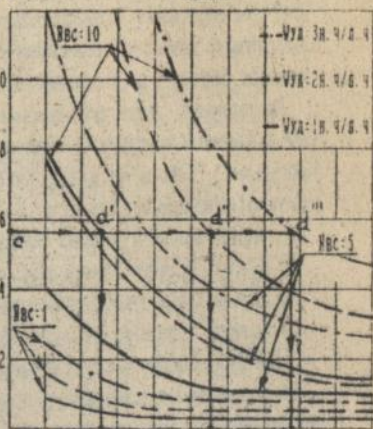
- разработана модель взаимосвязи коэффициента использования $K_{исп.}$ с факторами, характеризующими организационно-технологические особенности баз эксплуатанта;

- проведен анализ влияния показателей, определяющих организационно-технологические особенности базы эксплуатанта на показатели эффективности процесса технической эксплуатации и обоснована возможность и необходимость

Удельный коэффициент простоя на техническом обслуживании, Тто, ч./д.ч.

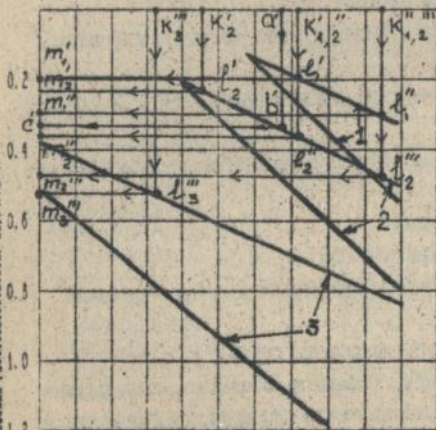


1.0 0.7 Удельные простои в рейсе, ч./д.ч. 0.1

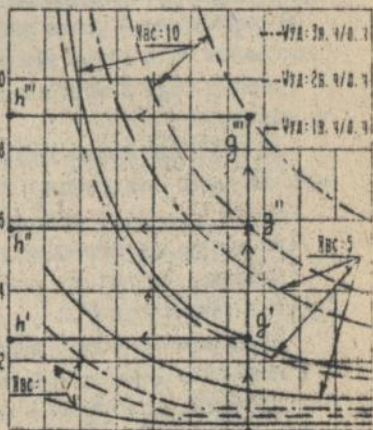


10 20. Количество исполнителей, чел. 50 100

Удельный коэффициент простоя на восстановлении работоспособности, Квр, ч./д.ч.



1.0 0.8 0.6 0.4 0.2
Удельные простои в рейсе, ч./д.ч.



20 40 50 80 100
Количество исполнителей, чел.
II вариант

Рис. 4. Номограмма определения коэффициентов простоя на ТО Тто и восстановления работоспособности Кер для различных вариантов организационно-технического уровня баз ТОИР эксплуатанта: 1 - Кисп=0.342; 2 - Кисп=0.285; 3 - Кисп=0.228; а-б-с-д-е - определение требуемого ВС и исполнителей по заданным характеристикам использования; f-g-h-j-k-l-и - определение показателей использования ВС по количеству ВС и исполнителей; I и II варианты - соответственно разовый и поэтапный методы ТО; Нуд - удельная нагруженность сегмента ТО; Nbc - количество воздушных судов

разработки номограммы эффективности процессов ТОиР.

Четвертая глава посвящена вопросам реализации (формирования Программы ТОиР эксплуатанта, технологии работы конечного пользователя в системе, использующей метод имитационного моделирования, служащей средством автоматизации расчета и оптимизации характеристик технических систем.

Предложена схема формирования Программы ТОиР, предполагающая использование данного алгоритма, как на этапе проектирования ВС (этап разработки Программы), так и на этапе эксплуатации (корректировка Программы), путем решения следующих задач (рис. 5.):

- определение и анализ показателей надежности;
- оценка уровня безопасности полетов;
- оптимизация периодичностей ТО элементов системы;
- оценка показателей использования;
- формирование сетки регламентных работ;
- определение требуемого количества исполнителей при определенной организационной структуре базы эксплуатанта, количестве эксплуатируемых ВС и выбранном варианте структуры регламента ТО.

На содержательном уровне описаны технологические операции конечного пользователя. В их состав включены:

- порядок сбора и обработки данных для анализа надежности и безопасности полетов;
- выбор метода решения задачи для одного из вариантов расчета (этап разработки - этап эксплуатации);
- оценка показателей использования;
- разработка и формирование регламента ТО;
- определение требуемого количества исполнителей и организационной структуры базы эксплуатанта;
- определение требуемого количества воздушных судов.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты исследования:

1. Проведено исследование и классифицированы процессы, определяющие изменение технического состояния изделий АТ в эксплуатации,
2. Разработана обобщенная модель надежности,
3. Разработана методика формирования перечня профилактических работ при ТО с учетом требований надежности и интенсивности использования.
4. Разработана модель использования ВС, учитывающая организационно-технологические аспекты базы эксплуатанта.
5. Исследования диссертационной работы были использованы при разработке регламентов технического обслуживания различных типов ВС.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах:

1. Германчук Ф.К., Чехаровский И.Т., Новиков И.М. Исследование эксплуатационных свойств механических систем ВС и разработка их диагностирования и

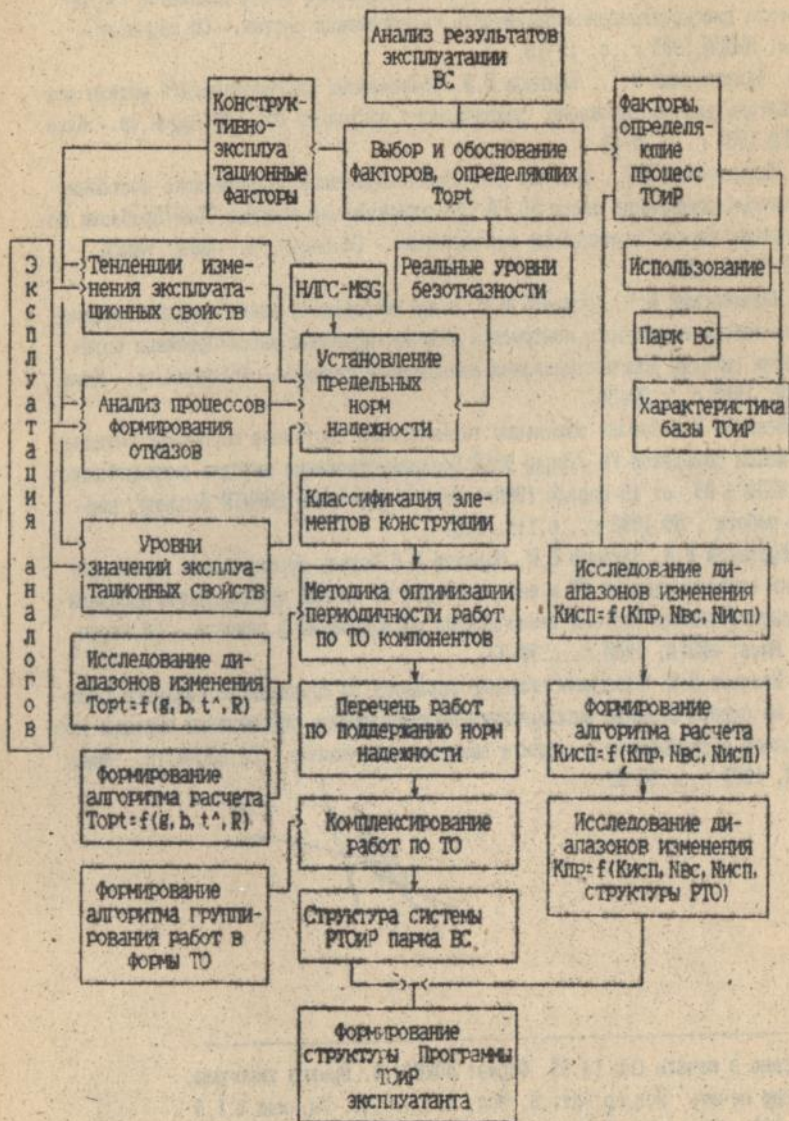


Рис. 5. Методика формирования программы ТОиР эксплуатанта

технического обслуживания/Проблемы управления техническим состоянием и надежностью АТ в эксплуатации. - Сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1982 г., с. 27-29.

2. Чехаровский И.Т., Новиков И.М. Исследование шасси самолетов ГА как объекта диагностирования/Надежность гидрогазовых систем. - Сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1983 г., с. 17-19.

3. Чехаровский И.Т., Новиков И.М. Обоснование диагностической модели шасси/Методы диагностирования технического состояния АТ. - Сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1984 г., с. 25-27.

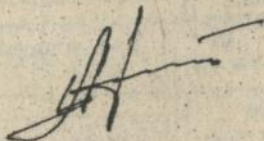
4. Чехаровский И.Т., Новиков И.М. Прогнозирование технического состояния шарнирных соединений шасси ВС ГА при формировании режимов ТОиР/Проблемы оптимизации систем технической эксплуатации. - Сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1983 г., с. 31-33.

5. Чехаровский И.Т., Новиков И.М. и др. Методологический подход и обоснование выбора параметров контроля и диагностирования шасси/Проблемы оптимизации системы диагностирования авиационной техники. - Сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1985 г., с. 28-30.

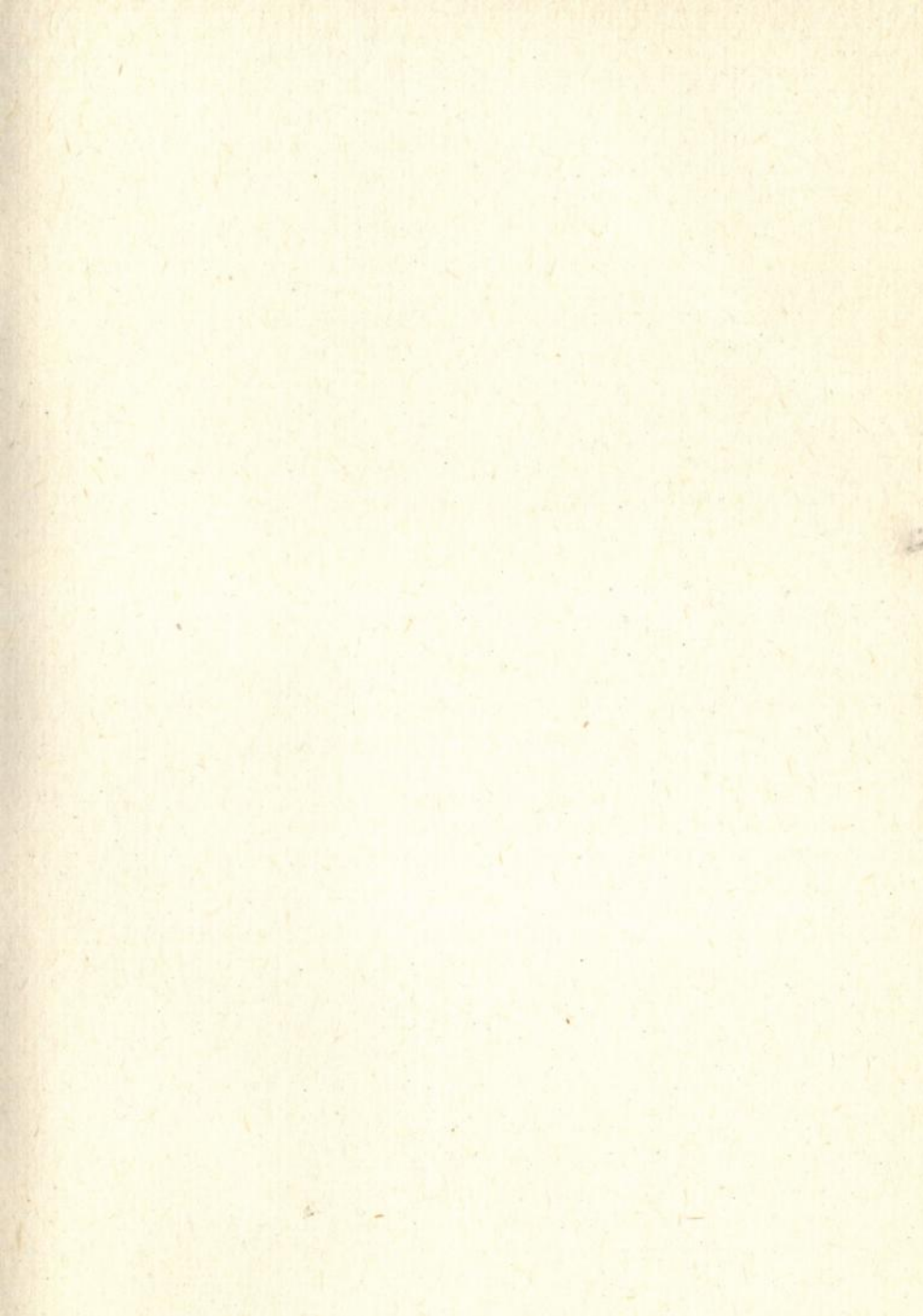
6. Новиков И.М. Анализ изменения технического состояния шарнирных соединений шасси самолетов ГА /Труды ВНТК "Совершенствование методов эксплуатации АТ" №320ГА-85 от 19 апреля 1985г. Деп. в указателе ВИНТИ "Депонир. научные работы", №8 1985 г., с. 115.-118.

7. Бурлаков В.И., Захаров В.И., Новиков И.М. Модель формирования параметрических отказов изделий АТ и ее построение по данным эксплуатации/Проблемы совершенствования системы технического обслуживания и ремонта. - Сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1986 г., с. 30-32.

8. Новиков И.М. Совершенствование процесса ТО среднемагистрального самолета на основе анализа эксплуатации/Информационное обеспечение системы технического обслуживания и ремонта авиационной техники. - Сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1987 г., с. 33-35.



Подписано в печать 04 II 93. Формат 60x84/16. Бумага типограф.
Офсетная печать. Усл.кр.-отт.5. Усл. печ.л.0,93. Уч.-изд.л.1,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 227-1 Цена Изд. № 210/Ш



AB 28.580