

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра технической эксплуатации летательных
аппаратов и авиадвигателей
Е.Д. Герасимова, И.Ф. Полякова

ПОСОБИЕ

по проведению комплекса лабораторных работ
по дисциплине

“ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ И РЕЖИМЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛА И АД”

*для студентов V курса
специальности 160501
дневного обучения*

Москва - 1999

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Цель комплекса лабораторных работ

Целью комплекса лабораторных работ является:

- 1) закрепление знаний по теме лекционных занятий «формирование режимов технического обслуживания (ТО) функциональных систем (ФС) ЛА».
- 2) приобретение навыков формирования режимов ТО ФС новых типов ЛА; корректировки режимов ТО ФС, эксплуатируемых ЛА; управления режимами ТО парка ЛА эксплуатационного авиапредприятия (ЭАП) с целью повышения эффективности технической эксплуатации.

1.2. Содержание комплекса лабораторных работ

Комплекс лабораторных работ направлен на выполнение единой цели-корректировки режимов ТО ФС ЛА и содержит следующие лабораторные работы:

ЛР № 1. Обработка статистической информации по отказам и неисправностям ФС ЛА на базе автоматизированной системы «НАТ-2».- 4 часа.

ЛР № 2. Определение показателей ЭН изделий ФС методами статистического анализа. 4 часа.

ЛР № 3. Формирование режимов ТО изделий эксплуатируемых до отказа. - 4 часа

ЛР № 4. Формирование режимов ТО изделий эксплуатируемых до выработки ресурса. Анализ и корректировка действующих режимов ТО изделий ФС - 6 часов

1.3. Основные вопросы, подлежащие изучению для выполнения комплекса лабораторных работ и его защиты.

1) Стратегия технического обслуживания изделий ФС ЛА (по наработке - ТОНАР, с контролем параметров- ТО СКП, с контролем уровня надёжности- ТО СКН) и соответствующая им структура режимов ТО,

2) Показатели эксплуатационной надёжности, используемые при реализации режимов ТО ФС ЛА в ЭАП.

3) Методы формирования и корректировки режимов ТО изделий ФС,

4) Методы обработки эксплуатационной статистики по отказам и неисправностям изделий ЛА,

5) Структура выходных форм автоматизированной системы «НАТ-2», применяемой в ЭАП,

6) Навыки использования автоматизированной системы «Диана» для обработки статистической информации по отказам изделий ЛА и для расчёта показателей эксплуатационной надёжности.

1.4. Объект исследований.

Объектом исследований для выполнения комплекса ЛР является ФС ЛА. Лабораторные работы выполняются бригадой студентов, для которой преподавателем назначается тип ЛА, ФС и предоставляется статистическая информация по отказам и неисправностям изделий ФС, накопленная в результате эксплуатации парка ЛА в САИ.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОМПЛЕКСА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы по дисциплине «Эксплуатационная надёжность и режим ТО ЛА» представляют собой комплекс взаимосвязанных работ. Конечной целью работ является корректировка действующих режимов ТО. Это осуществляется за счет обработки статистической информации об отказах и неисправностях ФС ЛА, полученной по материалам автоматизированной системы «НАТ-2» (или из других источников); определения показателей эксплуатационной надёжности; разработки рекомендаций по применению стратегий ТО изделий и формирования режимов ТО. Алгоритм выполнения комплекса лабораторных работ представлен на рис.1. Алгоритм также содержит исходную информацию, необходимую для выполнения лабораторных работ (перечень технической документации и программные средства, используемые для анализа действующих режимов ТО ФС ЛА и для их корректировки).

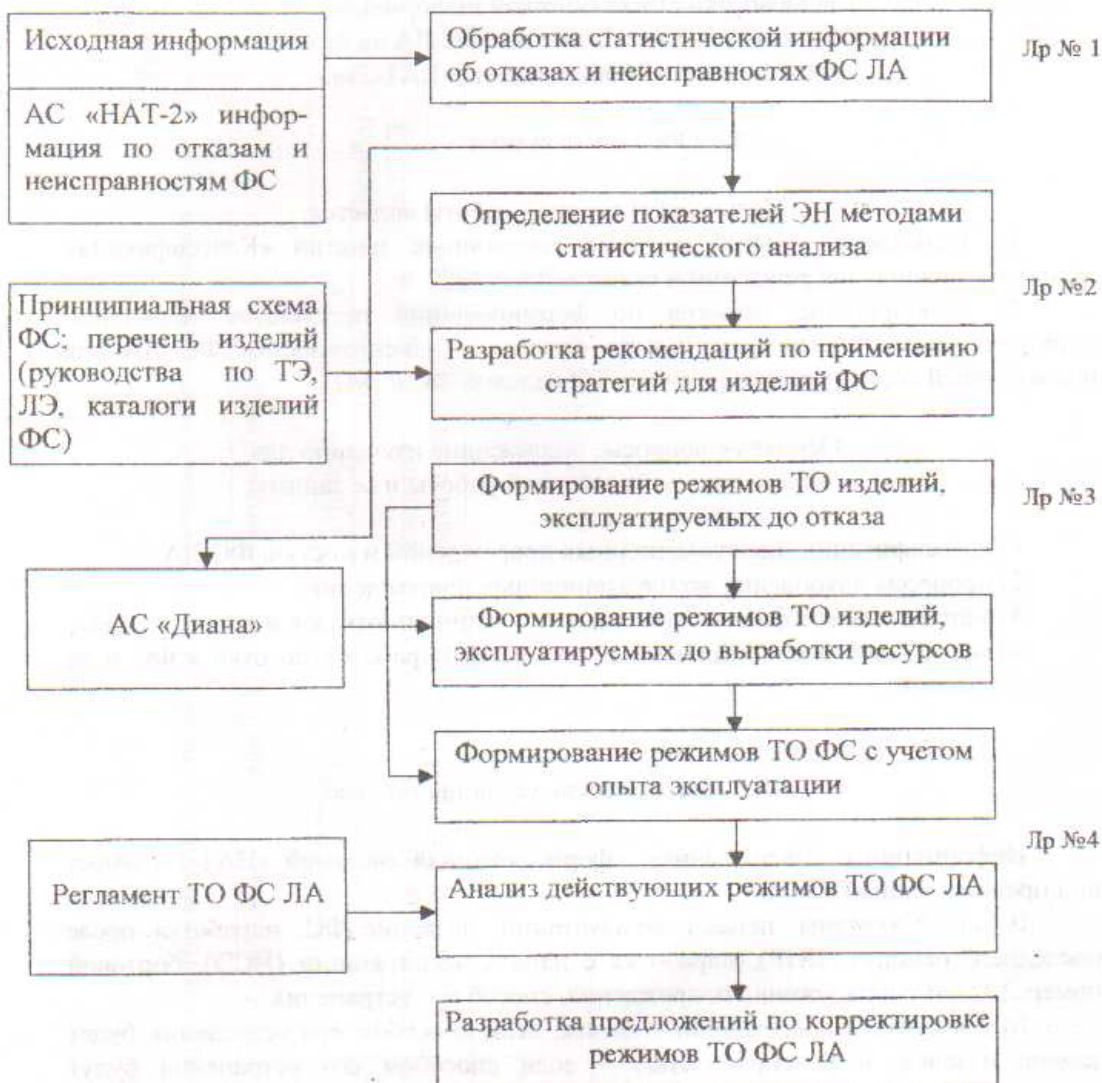


Рис. 1. Алгоритм формирования режимов ТО

3. Лабораторная работа №1

«Обработка статистической информации по отказам и неисправностям ФС ЛА на базе автоматизированной системы «НАТ-2»».

3.1. Общие положения

Целью лабораторной работы является:

- 1) Закрепление знаний по теме лекционных занятий «Классификация эксплуатационных повреждений и отказов ЛА и АД»
- 2) Приобретение навыков по формированию результатов первичной обработки статистических данных по отказам и неисправностям ФС ЛА для последующей корректировки режимов ТО изделий ФС в ЭАП.

Основные вопросы, подлежащие изучению для выполнения лабораторной работы и ее защиты

- 1) классификация эксплуатационных повреждений и отказов ФС ЛА;
- 2) процессы накопления эксплуатационных повреждений;
- 3) методы анализа физической сущности и причин отказов и повреждений;
- 4) методы построения временных диаграмм наработок до отказа ФС и ее изделий.

3.2 Методические указания по теме

Информация о повреждениях, сформированная системой «НАТ-2», имеет вид, представленный в табл.1.

В табл.1 указаны: период эксплуатации, название ФС, наработка после последнего ремонта (ППР), наработка с начала эксплуатации (НСЭ), бортовой номер ЛА, дата обнаружения повреждения, способ его устранения.

Будем считать повреждение отказом, если способом его устранения будет замена изделия, и неисправностью – если способом его устранения будут профилактические работы [1]

Результаты обработки статистической информации по отказам и неисправностям изделий ФС ЛА сводятся в табл. 2.

Таблица 2

Результаты обработки статистических данных по отказам и неисправностям

№ п/п	Наименование изделия	Бортовой номер	Дата обнаружения	ОТКАЗ		НЕИСПРАВНОСТЬ		Наработка СНЭ	Наработка НІР
				Бортовой номер	Способ устранения	Внешнее проявление	Способ устранения		

После того, как таблица 2 заполнена, т.е. обработана вся исходная информация, следует построить временную диаграмму наработок изделий рассматриваемой ФС до отказа, и если имеется достаточно количество информации, временную диаграмму наработок изделий ФС до неисправности [1].

При построении первой упомянутой временной диаграммы по оси абсцисс откладывают наработки до отказа всех изделий функциональной системы для одного бортового номера ЛА; по оси ординат отмечают бортовые номера рассматриваемого парка самолётов. На рис.2 приведен вид временной диаграммы.

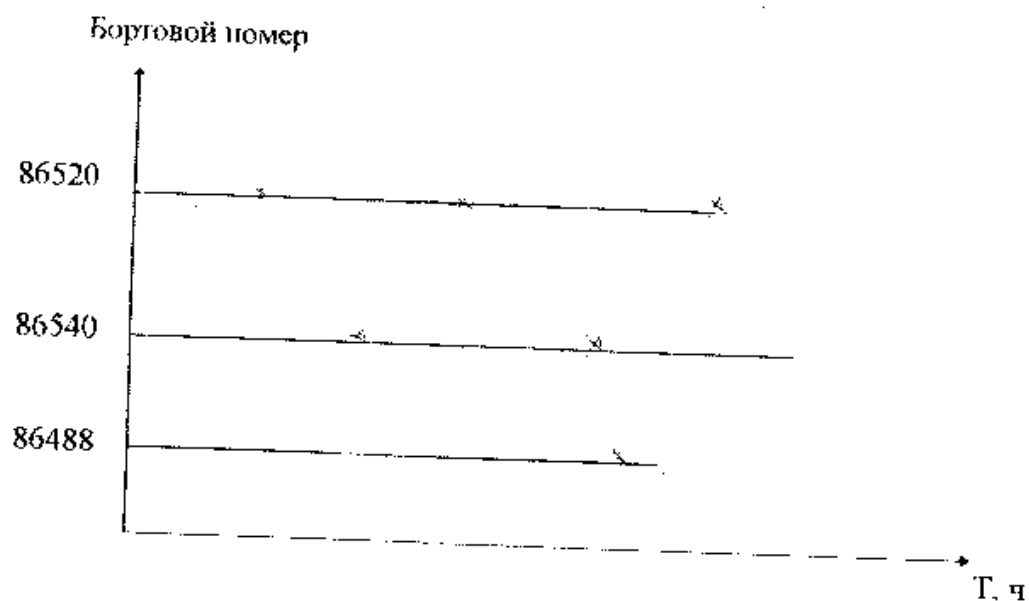


Рис.2 Временная диаграмма наработок до отказа изделий ФС

На временной диаграмме (рис.2) условными обозначениями (, , ...) отмечены концы отрезков, соответствующих наработкам до отказа отдельных изделий. Что позволит выделить 3-6 наиболее часто отказывающихся изделий рассматриваемой ФС, для каждого из которых необходимо построить ранжированную временную диаграмму (рис.3).

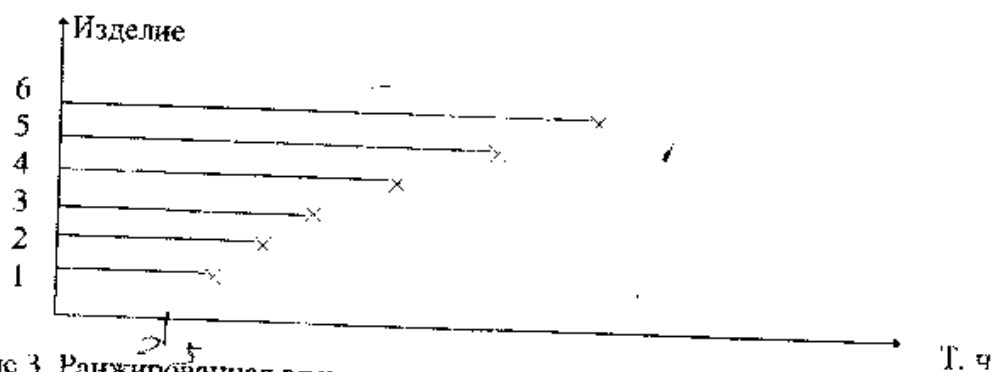


Рис.3 Ранжированная временная диаграмма наработок до отказа изделий ФС

3.3 Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя исходную статистическую информацию.
2. Свести в таблицу 2 результаты обработки информации об отказах и неисправностях изделий заданной ФС.
3. Построить временную диаграмму наработок до отказа изделий ФС по всему наблюдаемому парку самолетов (рис.2).
4. Для 3-6 наиболее часто отказывающихся изделий ФС построить ранжированные временные диаграммы наработок до отказа (рис.3).

3.4 Оформление отчета по работе.

Отчет должен содержать таблицу, заполненную по результатам обработки исходной статистической информации, временную диаграмму наработок до отказа изделий ФС для всего парка ЛА и ранжированные временные диаграммы для 3-6 наиболее часто отказывающихся изделий.

3.3 Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя исходную статистическую информацию.
2. Свести в таблицу 2 результаты обработки информации об отказах и неисправностях изделий заданной ФС.
3. Построить временную диаграмму наработок до отказа изделий ФС по всему наблюдаемому парку самолетов (рис.2).
4. Для 3-6 наиболее часто отказывающихся изделий ФС построить ранжированные временные диаграммы наработок до отказа (рис.3).

3.4 Оформление отчета по работе.

Отчет должен содержать таблицу, заполненную по результатам обработки исходной статистической информации, временную диаграмму наработок до отказа изделий ФС для всего парка ЛА и ранжированные временные диаграммы для 3-6 наиболее часто отказывающихся изделий.

сит от наработки изделий, если $\omega_*(t)$ увеличивается с наработкой – надежность ухудшается.

Более строго судить об изменении надежности можно по критерию серий R , порядок расчетов по которому следующий: [1]:

1) Записываем наработки до отказа по мере наблюдения (т.е. по датам появления отказа или порядку следования этих величин в табл. 1 лабораторной работы №1) T_1, T_2, \dots, T_n .

2) Строим вариационный ряд из этих наработок $t^{(1)}, t^{(2)}, \dots, t^{(n)}$.

3) Находим медиану этого ряда, т.е. число, относительно которого количество членов ряда с большими или меньшими значениями будет одинаковым. Если n – четное, то медианой будет любое число, находящееся между членами $n/2$ и $(n/2 + 1)$. Если n – нечетное, то медианой будет член ряда с номером $(n + 1)/2$.

4) Возвращаемся к исходной последовательности $\{T_n\}$. Запишем ее в виде знаков (+) и (-):

- знак (+), если значение члена последовательности $\{T_n\}$ больше медианы;

- знак (-), если $\{T_n\}$ меньше медианы.

Если n нечетное, то член последовательности $\{T_n\}$, равный медиане, вычеркиваем и он в дальнейшем рассмотрении не участвует.

В результате замены на (+) и (-) получится чередование последовательностей либо знаков (+), либо знаков (-). Серией называется отрезок из последовательности одинаковых знаков. Значение критерия R равно числу серий.

Если последовательность серий однородна, т.е. число (+) серий равно числу (-) серий или знаки (+) и (-) располагаются хаотически, то надежность не изменяется с увеличением наработки изделий (прямая гипотеза).

Альтернативная гипотеза (изменение надежности) будет, если знаки (+) группируются с одной стороны, а знаки (-) – с другой стороны последовательности. Так, если $\{T_i\}$ имеет тенденцию уменьшаться (надежность падает), то знаки (+) будут преимущественно располагаться на левом конце последовательности, иными словами в последовательности имеется тренд.

Для выяснения вопроса об изменении (или неизменности) надежности следует проверить, попадает значение R в критическую область, которой для уровня значимости α будет интервал:

$$\{0; 1/2[n+1 + \sqrt{n-1} \Phi^{-1}(0,01\alpha)]\}.$$

Уровень значимости α (выражается в %) – это вероятность того, что мы отбрасываем правильную гипотезу и принимаем неправильную.

В работе примем $\alpha=10\%$, тогда $\Phi^{-1}(0,01\alpha)$ – квантиль нормального нормированного закона распределения будет равен $\Phi^{-1}(0,1) = -1,28$.

Если $R_{расч}$ попало в критическую область – тренд есть, принимаем альтернативную гипотезу (надежность изменяется); если $R_{расч}$ не попало в критическую область, принимаем прямую гипотезу (надежность не изменяется).

По результатам выводов об изменении надежности принимаем решение о стратегии ТО изделий: если $\omega_*(t) = \omega_{ср} = const$, рекомендуемой стратегией ТО сле-

дует считать ТО СКН; если $\omega_*(t)$ – увеличивается с ростом параболки, следует рекомендовать стратегию ТО НАР (или ТОСКН). Стратегия ТОСКН рекомендуется при наличии у изделия диагностируемого параметра. [2].

3. Порядок выполнения работы

1) определить интервальную оценку $\omega_*(t)$, результаты расчетов свести в табл. 4.1

Таблица 4.1

Результаты расчетов $\omega_*(t)$

Изделие				
Границы интервала				
Δt				
Δn				
ω_*				

2) построить гистограмму изменения $\omega_*(t)$.

3) определять наличие или отсутствие тренда в изменениях показателей ЭИ по критериям серий R для рассматриваемых в работе изделий ФС и дать рекомендации о применении для этих изделий стратегий ТО.

Результаты расчетов свести в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Рекомендации по применению
Стратегий ТО для изделий ФС

Наименование изделия	Значение критерия R	Границы критической области	Наличие тренда	Параметр потока отказов	Рекомендуемая стратегия ТО

4.4. Оформление отчета по работе

Отчет должен содержать:

- ранжированные временные диаграммы изделий, на которых указаны интервалы разбиений для вычисления $\omega_*(t)$;
- гистограмму $\omega_*(t)$ и табл.4.1;
- промежуточные расчеты для оценки наличия тренда по критерию серий R;
- таблицу 4.2.

дует считать ТО СКН; если $\omega_*(t)$ – увеличивается с ростом параболки, следует рекомендовать стратегию ТО НАР (или ТОСКН). Стратегия ТОСКН рекомендуется при наличии у изделия диагностируемого параметра.[2].

3. Порядок выполнения работы

1) определить интервальную оценку $\omega_*(t)$, результаты расчетов свести в табл. 4.1

Таблица 4.1

Результаты расчетов $\omega_*(t)$

Изделие				
Границы интервала				
Δt				
Δn				
ω_*				

2) построить гистограмму изменения $\omega_*(t)$.

3) определить наличие или отсутствие тренда в изменениях показателей ЭИ по критериям серий R для рассматриваемых в работе изделий ФС и дать рекомендации о применении для этих изделий стратегий ТО.

Результаты расчетов свести в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Рекомендации по применению
Стратегий ТО для изделий ФС

Наименование изделия	Значение критерия R	Границы критической области	Наличие тренда	Параметр потока отказов	Рекомендуемая стратегия ТО

4.4. Оформление отчета по работе

Отчет должен содержать:

- ранжированные временные диаграммы изделий, на которых указаны интервалы разбиений для вычисления $\omega_*(t)$;
- гистограмму $\omega_*(t)$ и табл.4.1;
- промежуточные расчеты для оценки наличия тренда по критерию серий R;
- таблицу 4.2.

5. Лабораторная работа №3

Формирование режимов ТО изделий, эксплуатируемых до отказа.

5.1. Общие положения

Цель работы:

Формирование режимов ТО изделий, эксплуатируемых до отказа.

Основные вопросы, подлежащие изучению для выполнения работы и ее защиты:

- 1) правило применения стратегии ТО СКП;
- 2) метод определения оптимальной периодичности ТО с учетом трудоемкости;
- 3) методика статистического регулирования надежности авиационной техники.

5.2. Методические указания по теме

Структура режимов ТО изделий, эксплуатируемых до отказа, представлена в таблице 5.1

Таблица 5.1

Структура режимов ТО изделий, эксплуатируемых до отказа

№ п/п	Режимы ТО			Техническая документация
	Характер ТО	Объем работы (содержание)	Периодичность	
1.	Постоянный объем	Регулировка, калибровка, смазка и т.д.	$t_{\text{тр опт}}$, определяется с учетом трудоемкости ТО	Регламент ТО
2.	Переменный объем	Поиск и устранение отказов	Факт отказа	Методики поиска и устранения отказов (алгоритмы)
3.	Постоянный объем	Контроль уровня надежности однотипных изделий	Календарные периоды контроля (текущий месяц, предыдущий квартал с учетом текущего месяца, предыдущий год с учетом текущего месяца)	Методика статистического регулирования надежности изделий авиационной техники

5.2.1. Определение оптимальной периодичности ТО ($t_{\text{тр опт}}$).

Определение $t_{пр\text{ опт}}$ осуществляется с учетом трудоемкости достижения максимума критерия $P = \left| \frac{P(t)}{T_{пр}} \right|_{\max}$. В этом выражении примем: $P(t) = e^{-W_{ср}^* \cdot t}$,

где $W_{ср}^*$ - данные из табл. 4.1 лабораторной работы №2, 1/ч;

$t_{пр}$ - текущее время профилактики, ч.

$$T_{ТО} = T_{пр} + T_{в}$$

где $T_{пр}$ - трудоемкость выполнения профилактических работ, чел-час;

$T_{в}$ - трудоемкость выполнения восстановительных работ.

$$T_{пр} = T_{пр\text{ ср}} \cdot \frac{t_{эксп}}{t_{пр}}, \quad \text{а} \quad T_{в} = T_{в\text{ ср}} \cdot W_{ср}^* \cdot t_{пр}$$

где $T_{пр\text{ ср}}$, $T_{в\text{ ср}}$ - средняя трудоемкость выполнения профилактических и восстановительных работ, соответственно чел-час (приложение 1);

$t_{эксп}$ - период эксплуатации (примем 6000ч).

5.2.2. Определение характеристик контроля уровня надежности.

Фактический уровень надежности совокупности однотипных изделий за контрольный период определяется наблюдаемым числом отказов n и фактическим показателем надежности $n_{\text{факт}}$.

В качестве $n_{\text{факт}}$ будем использовать допустимое количество отказов (ВГР), вычисленное согласно закону редких событий (закон Пуассона):

$$P = \sum_{n=0}^{ВГР} \frac{(K_{1000}^{*a} \cdot \frac{T \cdot a}{1000})^n}{n!} e^{-K_{1000}^{*a} \cdot \frac{T \cdot a}{1000}}$$

где P - заданная вероятность того, что фактическое число отказов не превысит верхней границы регулирования (ВГР), примем $P=0,975$;

K_{1000}^{*a} - уровень надежности по результатам наблюдений.

$K_{1000}^{*a} = W_{ср}^* \cdot 1000$, $W_{ср}^*$ берется из табл.2 лабораторной работы №2;

T - налет наблюдаемого парка самолетов, за рассматриваемый период (за один месяц, за три месяца, за год),

a - количество однотипных изделий.

Для упрощения вычислений ВГР вводится понятие ожидаемого количества отказов однотипных изделий ($n_{\text{ож}}$), которое характеризует ожидаемый уровень надежности наблюдаемого типа изделий конкретного самолетного парка за контрольный период и определяется по формуле:

$$n_{\text{ож}} = K_{1000}^{*a} \cdot T \cdot a / 100$$

Значения ВГР = $f(n_{\text{ож}})$ для $n_{\text{ож}} \leq 86,86$ приведены в табл.5.2 [3].

Значения ВГР для $P=0,975$ при $n_{ож} \{0,1-80\}$

Табл. 5.2

$n_{ож}$	ВГР	$n_{ож}$	ВГР	$n_{ож}$	ВГР	$n_{ож}$	ВГР	$n_{ож}$	ВГР
0,1	1,5	0,2	1,5	0,3	2,5	0,4	2,5	0,6	2,5
0,7	3,5	0,8	3,5	0,9	3,5	2	5,5	3	7,5
4	8,5	5	10,5	6	11,5	7	13,5	8	14,5
9	15,5	10	17,5	20	29,5	30	41,5	40	53,5
50	64,5	60	76,5	70	87,5	80	98,5	0,5	2,5

При $n_{ож} > 86,86$ определение ВГР производится по выражению:

$$ВГР = n_{ож} + 2 \cdot \sqrt{n_{ож}}$$

ВГР устанавливается:

- 1) на последний текущий месяц наблюдений;
- 2) на предыдущий месяц наблюдений;
- 3) на предшествующий квартал (текущий месяц + два предшествующих);
- 4) на предшествующий год (текущий месяц + 11 предшествующих).

Следует принять для расчета налета парка $T_{(мес)} = N_{пл} \cdot T_{мес}$; $T_{(3 мес)} = 3 N_{пл} \cdot T_{мес}$;

$T_{(12 мес)} = 12 N_{пл} \cdot T_{мес}$; $T_{мес} = T_r / 12$. Значения T_r задаются преподавателем.

5.2.3. Для формирования режимов ТО изделий по переменным работам следует указать типовые отказы изделий рассматриваемой в работе ФС.

5.3. Порядок выполнения работы:

- 1) определить оптимальную периодичность ТО с учетом трудоемкости;
- 2) для формирования режимов ТО по переменным работам проанализировать характеристики отказов рассматриваемых изделий по табл.1 (лабораторная работа №1) для выделения типовых отказов;
- 3) определить ВГР для календарной периодичности статистического регулирования надежности;
- 4) выполнить анализ и формирование режимов ТО.

5.4. Оформление отчета по работе.

Отчет должен содержать:

- расчет $t_{пр отк}$ изделий;
- расчет по определению ВГР;
- сформированные режимы ТО изделий, эксплуатируемых до отказа (по форме табл.5.1.).

4. Лабораторная работа №4

Формирование режимов ТО изделий эксплуатируемых до выработки ресурса. Анализ и корректировка действующих режимов ТО изделий ФС.

6.1. Общие положения

Целью работы является формирование режимов ТО изделий, эксплуатируемых до выработки ресурса, а также анализ и корректировка действующих режимов ТО изделий ФС.

Основные вопросы, подлежащие изучению для выполнения работы и ее защиты.

- 1) процессы возникновения отказов, виды законов распределения наработок до отказа при разных причинах;
- 2) правило применения стратегии ТО НАР;
- 3) индивидуальный метод определения оптимальной периодичности ТО;
- 4) ресурс: средний и $\gamma\%$ - ресурсы, способы их определения;
- 5) правила работы на АС «Диана».

6.2. Методические указания по теме.

6.2.1. Формирование структуры режимов ТО изделий эксплуатируемых до выработки ресурса.

Изделия ФС, которые рассматриваются в первой части работы, будут те, для которых по результатам лабораторной работы №2 рекомендована стратегия ТО НАР. Если таких изделий не оказалось, то следует еще раз обратиться к статистике и для изделий, которым рекомендована стратегия ТО СКН, посмотреть на качественное описание отказов. Если процессы возникновения (физика) отказов соответствуют постепенным отказам, тогда следует рекомендовать для таких изделий альтернативную стратегию ТО НАР. Правомочность такого решения базируется, во-первых, на малом объеме наблюдений (что привело к выводу об отсутствии тренда), а, во-вторых, то что отказы возникают из-за процессов старения (т.е. отказы не внезапные), которые приведут при дальнейшей эксплуатации таких изделий к тому, что для них будет назначаться стратегия ТО НАР.

Структура режимов ТО таких изделий представлена в табл.6.1.

Таблица 6.1.

Структура режимов ТО изделий, эксплуатируемых до выработки ресурса.

№ п/п	Режимы ТО			Техническая документация
	Характер ТО	Объем (содержание) работ	Периодичность	
1.	постоянные работы	регулировка, калибровка, смазка, осмотры	$T_{\text{пр отг}}$ определение с учетом влияния отказов на БП (индивид. метод)	регламент ТО (периодические формы)
2.	постоянные работы	замена изделий по ресурсу	$T_{\text{р ср}}$	регламент ТО (периодические формы)

6.2.2. Определение закона распределения наработок до отказа, оптимальной периодичности и среднего ресурса с помощью АС "Диана".

При изучении вопросов, связанных с освоением правил расчетов оптимальной периодичности и среднего ресурса мы, практически, всегда принимаем, что наработки изделий до отказа описываются экспоненциальным законом распределения. Однако это справедливо лишь в случае внезапного характера отказов.

В данной работе прежде, чем будем определять $t_{\text{пр отг}}$ и $T_{\text{р ср}}$, выясним реальный закон распределения наработок до отказа для наблюдаемых объектов. Определение закона распределения и последующие вычисления будем вести с использованием АС "Диана".

Определение вида закона распределения на АС "Диана".

Подготовка статистических данных.

Известно, что вид закона распределения может быть определен только по полной выборке. Поэтому будем считать наблюдаемую последовательность отказов (наработка до отказа) полной выборкой. Выпишем (по временной диаграмме или используем уже имеющийся вариационный ряд Л.Р.№1-2) имеющиеся значения наработок до отказа по возрастающей: $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k$ – отказы. Выберем в "Диане" режим "невосстанавливаемые изделия", перейдем в табл. типов. Зададим имя изделия, затем переведем курсор на столбец "ФР нароб. до отказа". Затем нажать F8. Высветится дополнительный экран "Распределения" (поместить курсор на свободное поле, если в этом окне уже есть какие-то распределения). Нажать INTER. На экране появится окно задания исходных данных. Далее, используя "МЕНЮ", внизу экрана определяем вид закона распределения по максимальному значению критерия (верхняя цифра). Внимание: равномерное распределение не выбирать.

Результат: выбран вид закона распределения (рис. 6.1.)

Определение параметров закона распределения и $T_{p,cp}$.

Возвращаемся, через редактирование, в таблицу задания информации и добавляем в строке «незавершенные» 10 величин τ_k . Вообще-то должно быть N-k количество незавершенных отказов. Однако данный вариант АС «Диана» позволяет ввести только 10 чисел незавершенных наблюдений. Затем нажмем ENTER и далее через «МЕНЮ» внизу экрана получаем графики $F(t)$ и $f(t)$.

По верхнему графику, через клавишу ALT-G - 7% ресурс, изменяя γ до $\gamma = 50\%$, получим $T_{p,cp}$. Распечатываем результаты расчетов (рис. 6.2).

6.2.3. Определение $t_{пр.отт}$.

По графику $F(t)$ находим $t_{пр.отт}$ из условия: $F(t)=0.05$. Т.к. вероятность отказа $F(t)=1-P(t)$, где $P(t)$ - вероятность безотказной работы, величина $t_{пр.отт}$ определяется из условия $P(t_{пр.отт})=0.95$. Или, что те же самое, $F(t_{пр.отт})=0.05$ [4].

6.3. Результаты формирования режимов ТО изделий ФС (сводная таблица по результатам 3 и 4 лаб. работ). Предложения по корректировке действующего регламента.

Результаты выполнения работы по этому пункту следует свести в таблицу 6.2. (показана форма таблицы и пример ее заполнения).

Таблица 6.2.

Наименование изделия	Анализ и корректировка действующих режимов ТО изделий ФС					
	Режимы ТО			Действующий регламент		Предложения по корректировке
	стратег.	$t_{пр.отт}$, ч.	$T_{p,cp}$	периодическое ТО	содержание работ	
обр. клапан	ТО СКУН	1950	(не назнач.)	ФЗ (1800)	Регулировка	Не коррект.
насос	ТО НАР	450	2500	не было	не было	Ввести осмотр на Ф1 (т.к. $t_{отт} = 450$, а отказ влияет на БП) ввести замену на Ф1 через 2400ч

6.4. Порядок выполнения работы

1. Подготовка исходных данных: наработки до отказа рассматриваемых в данной лабораторной работе изделий (по результатам Л.Р.№1)
2. Определение вида закона распределения.
3. Определение параметров найденного закона распределения.
4. Определение оптимальной периодичности ТО и среднего ресурса.
5. Анализ и корректировка действующих режимов ТО изделий ФС.

6.5. Оформление отчета по работе

Отчет должен содержать:

- распечатку результатов расчетов на АС «Диана»;
- структуру режимов ТО изделий, эксплуатируемых до выработки ресурса в форме табл.6.1;
- анализ и корректировку режимов ТО изделий ФС в форме табл.6.2.

Выводы по проведению комплекса лабораторных работ.

Выводы должны содержать:

- 1) краткий анализ результатов статистической обработки информации по отказам ФС и перечень наименее надежных изделий;
- 2) рекомендуемые стратегии ТО изделий ФС;
- 3) режимы ТО изделий ФС, полученные в результате расчетов;
- 4) предложения по корректировке режимов ТО изделий ФС на основе эксплуатационных наблюдений за отказами и неисправностями.

Приложение 1.

Данные о трудоемкости обслуживания и устранения неисправностей

Наименование ФС и изделий	Действующая периодичность ТО изделия, $t_{пр.н}$	Средняя трудоемкость, чел. час	
		обслуживания $T_{пр.ср}$	устранения неисправностей $T_{в.ср}$
1	2	3	4
1. Гидравлическая система			
Клапан обратный	900	0,15	1,0
Гидронасос	300	0,15	0,8
Гидроаккумулятор	900	0,4	1,1
Клапан предохран.	300	0,2	1,1
Гидроцилиндр	900	0,3	1,2
Кран эл. магнитный	300	0,15	1,3
Фильтр	300	0,4	0,6
Клапан челночный	900	0,2	1,1
Реле давления	300	0,15	0,7
Гидробак	900	0,3	1,0
2. Топливная система			
Расх. топливный бак	900	0,5	2,3
Перекрывной кран	300	0,2	1,2
Фильтр	300	0,4	0,8
Расходомер	300	0,3	0,9
Подкачивающий насос	900	0,15	1,2
Автомат доз. топлива	300	0,4	1,1
Насос авар. слива	900	0,3	1,3
Перекачивающий насос	900	0,2	1,2
Предохран. клапан	300	0,3	1,2
Топливный аккумулятор	900	0,4	1,4
3. Система кондиционирования воздуха			
Воздухо-воздушный радиатор	900	0,4	2,0
Турбохолодильник	300	0,5	1,2
Обратный клапан	900	0,2	1,1
Заслонка регулар.	300	0,25	1,1
Регулятор давления	900	0,15	0,9
Распредел. кран	900	0,2	1,2
Фильтр	300	0,4	0,8
Запорный кран	900	0,3	0,9
Эжектор	300	0,3	1,1
Воздухозаборник	900	0,2	1,2