

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Цель работы

Целью практического занятия (ПЗ) по теме «Моделирование процессов эксплуатации восстанавливаемых изделий» является:

- 1) закрепление знаний по теме лекционных занятий «Основы применения вероятностно-статистических моделей для исследования процесса эксплуатации ЛА и эксплуатационно-технических характеристик объектов АТ»;
- 2) приобретение навыков моделирования процессов эксплуатации восстанавливаемых изделий АТ.

1.2. Основные вопросы, подлежащие изучению для выполнения практического занятия

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

- 1) процессы полного и частичного восстановления изделий АТ при эксплуатации;
- 2) стационарный и нестационарный характер процессов эксплуатации изделий АТ;
- 3) показатели эксплуатационной надежности восстанавливаемых изделий АТ;
- 4) метод наименьших квадратов.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕМЕ

2.1. Постановка задачи

Восстановление является процессом воздействия на объект эксплуатации (ЛА, функциональную систему (ФС), изделие) с целью ликвидации неисправностей и отказов.

Восстановление включает осмотры, проверки, собственно восстановление, которое может выполняться путем ремонта или путем замены отказавшего изделия на исправное.

Восстанавливаемое изделие – изделие, для которого в рассматриваемой ситуации проведение восстановления работоспособного состояния предусмотрено нормативно-технической и (или) конструкторской документацией.

Моделирование процессов эксплуатации восстанавливаемых изделий АТ выполняется с целью определения и последующего прогноза их характеристик.

При моделировании учитывают:

- 1) условия реализации процесса восстановления изделий АТ (табл. 1);

- 2) наблюдаемые в процессе эксплуатации изделий АТ случайные величины:
- наработки до возникновения отказов $\{t_i\}$;
 - времена восстановления $\{\tau_i\}$;
- 3) характер процесса эксплуатации изделий АТ (стационарный, нестационарный).

Таблица 1

Условия реализации процесса восстановления изделий

ОБЪЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ	ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ	
	На работоспособной ФС	На неработоспособной ФС
Обновление не проводится	Плановый (неплановый) осмотр, проверка работоспособности	-
Полное восстановление ФС	Плановая (неплановая) предупредительная профилактика части ФС	Плановый (неплановый), аварийно-профилактический ремонт части ФС
Обновление части ФС	Плановая (неплановая) предупредительная профилактика части ФС	Плановый (неплановый), аварийно-профилактический ремонт части ФС

Схема процесса эксплуатации изделий АТ с учетом времени их восстановления представлена на рис. 1.

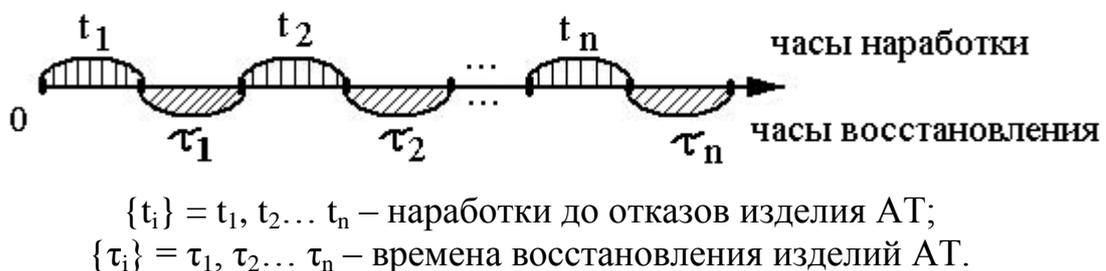


Рис. 1. Схема процесса эксплуатации восстанавливаемых изделий

Наблюдаемые величины $\{t_i\}$ и $\{\tau_i\}$ являются непрерывными случайными величинами из-за действия следующих факторов:

- на $\{t_i\}$ влияют: условия эксплуатации ЛА, надежность изделий, процесс развития неисправностей, конструктивное решение;
- на $\{\tau_i\}$ влияют: объем повреждений и отказов, эксплуатационная технологичность изделий, оборудование для восстановления, наличие запасных изделий, квалификация технического персонала.

При моделировании процесса эксплуатации восстанавливаемых изделий различают:

- 1) стационарный процесс эксплуатации;
- 2) нестационарный процесс эксплуатации.

Подлежит также моделированию процесс восстановления изделий АТ.

Характеристики стационарного случайного процесса (математическое ожидание и дисперсия наблюдаемой случайной величины) являются постоянными и не зависят от периода наблюдения.

Для нестационарного случайного процесса указанные характеристики зависят от периода наблюдения, т.к. не являются постоянными и изменяются во времени.

На схеме (рис. 2) рассмотрены условия, при которых процесс эксплуатации восстанавливаемых изделий приобретает тот или иной характер.

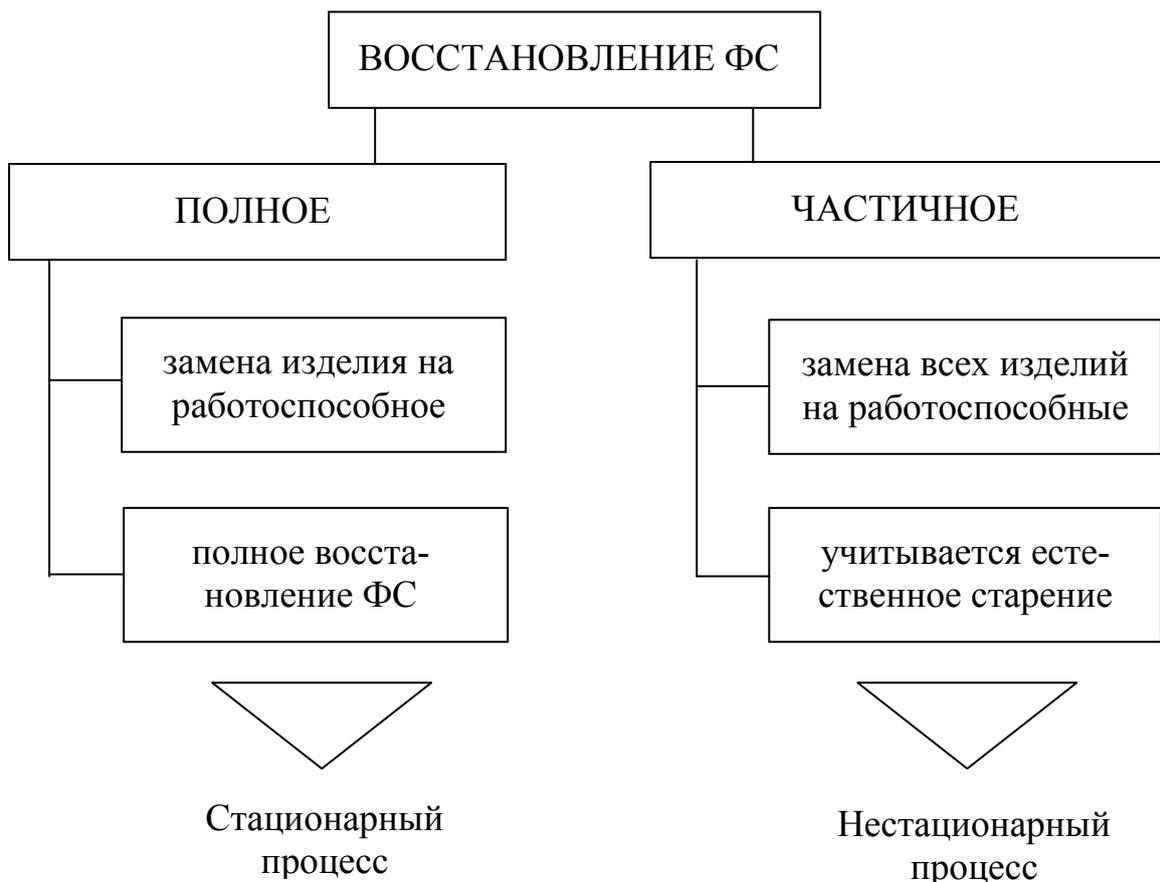


Рис. 2. Схема восстановления функциональных систем ЛА

Ставится задача – по наблюдаемым статистическим данным $\{t_i\}$ и $\{\tau_i\}$ выявить тенденции изменения характеристик процессов эксплуатации ЛА, ФС, изделий на будущий период с помощью моделирования.

При выполнении ПЗ по данной теме решаются следующие задачи:

- 1) определение характеристик стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия;
- 2) определение тенденции развития (тренда) характеристик нестационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия;
- 3) определение характеристик процесса восстановления изделия.

2.2. Определение характеристик стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия

Исходными данными являются статистические наблюдения наработок до отказа изделия АТ, представленные в виде ранжированного ряда (табл. П1.1 Приложения 1).

Для моделирования используют законы распределения непрерывных случайных величин (экспоненциальный, нормальный, Вейбула). Подлежат определению характеристики модели (табл. 2).

Определение характеристик модели выполняется в следующем порядке:

- 1) ранжированный ряд наработок до отказа $\{t_i\}$ делится на K интервалов, равных между собой; величина интервала обозначается Δt_i (ч.нар.);
- 2) определяются значения ω_i^* для каждого интервала;
- 3) строится гистограмма интервальной оценки ω_i^* (рис. 3);

- 4) определяется значение $\omega = \frac{\sum_{i=1}^K \omega_i^*}{K} = const$, которое наносится на гистограмму, рис. 3.

Таблица 2

Характеристики модели процесса эксплуатации восстанавливаемых изделий (стационарный процесс)

Характеристика	Математическое выражение	Расчетная формула для экспоненциального распределения
Математическое ожидание случайной величины	$M t = \int_0^{\infty} t f(t) dt$ <p>$f(t)$ – плотность распределения случайной величины $\{t_i\}$</p>	$M t = \frac{1}{\omega},$ <p>ω – параметр потока отказов (определяется статистически при интервальной оценке величины t);</p>

Продолжение табл. 2

		$\omega = \frac{\sum_{i=1}^K \omega_i^*}{K}; \quad \omega_i^* = \frac{\Delta n_i}{n \cdot \Delta t_i}$ <p>Δn_i – количество наблюдений $\{t_i\}$ в i-ом интервале; n – общее количество наблюдений $\{t_i\}$; Δt_i – величина интервала, ч.нар.</p>
Средняя наработка на отказ	$T_1 = M[t]$	$T_1 = \frac{1}{\omega}$, ч.нар.
Вероятность безотказной работы в интервале (t_1, t_2)	$P(t_1, t_2) = \frac{1}{M(t)} \int_0^{\infty} 1 - F(t_2 - t_1) dt$ <p>$F(t_1, t_2)$ – функция распределения случайной величины $\{t_i\}$ за наработку $(t_2 - t_1)$</p>	$P(t_1, t_2) = e^{-\omega(t_2 - t_1)}$

Примечание: Для других законов распределения случайной величины $\{t_i\}$ предварительно определяется вид закона распределения и его параметры с использованием метода моментов.

- 5) определяется средняя наработка до отказа изделия $T_1 = \frac{1}{\omega}$, ч нар.;
- б) определяется вероятность безотказной работы изделия для заданных значений наработок t_1 и t_2 (по табл. ПЗ.1 Приложения 3),

$$P(t_1, t_2) = e^{-\omega(t_2 - t_1)}$$

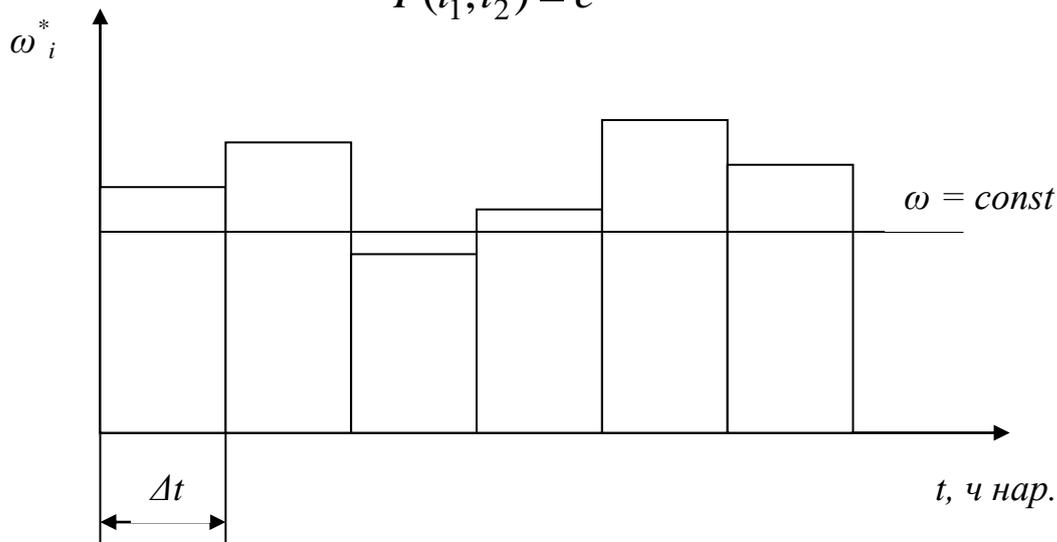


Рис. 3. Гистограмма интервальной оценки ω_i^* (стационарный процесс)

Результаты моделирования представляют по форме табл. 3.

Таблица 3

Результаты моделирования стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия

Характеристика	t_1 , ч нар.	t_2 , ч нар.	Значение характеристики
Параметр потока отказов			$\omega =$
Средняя наработка на отказ			$T_1 =$
Вероятность безотказной работы на интервале			$P(t_1, t_2) =$

Выводы по результатам моделирования должны содержать:

- 1) оценку полученных значений характеристик процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия ($P(t_1, t_2) \geq 0,8$);
- 2) предложения по улучшению характеристик.

2.3. Определение тенденции развития (тренда) нестационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия

Исходными данными являются статистические наблюдения наработок до отказа изделия АТ, представленные в виде ранжированного ряда (табл. П1.2 Приложения 1).

Для определения тенденций развития процесса используют параметр потока отказов в виде линейной функции $\omega(t) = \alpha \cdot t + \beta$, где α, β – коэффициенты, t – переменная случайная величина, ч.нар.

Характеристики модели для нестационарного процесса представлены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики модели процесса эксплуатации восстанавливаемых изделий (нестационарный процесс)

Характеристики	Математическое выражение
Параметр потока отказов	$\omega(t) = \alpha \cdot t + \beta$
Средняя наработка до первого отказа	$t_{cp} = \int_0^{\infty} e^{-\int_0^t \omega(u) du} dt$

Вероятность безотказной работы в интервале (t_1, t_2)	$P(t_1, t_2) = e^{-\int_{t_1}^{t_2} \omega(t) dt}$
---	--

Для определения коэффициентов α и β используют метод наименьших квадратов.

Расчет производится в следующем порядке:

1) ранжированный ряд наработок до отказа $\{t_i\}$ делится на K интервалов, равных между собой; величина интервала обозначается Δt , ч.нар.;

2) определяется значение ω_i^* для каждого интервала по выражению:

$$\omega_i^* = \frac{\Delta n_i}{n \cdot \Delta t_i},$$

где Δn_i – количество наблюдений случайной величины на i -ом интервале;
 n – общее количество наблюдений случайной величины;

3) строится гистограмма интервальной оценки ω_i^* (нестационарный процесс) – рис. 4;

4) определяется середина каждого интервала $t_{icp} = \frac{t_i + t_{i+1}}{2}$;

5) определяется «вес» наблюдений γ_i для каждого интервала, при условии $\sum_{i=1}^K \gamma_i = 1$, K – количество интервалов:

$$\gamma_i = \frac{\Delta n_i \cdot \Delta t_i}{\sum_{i=1}^K \Delta n_i \cdot \Delta t_i};$$

6) определяются коэффициенты α и β :

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^K \gamma_i \cdot t_{icp} \cdot \omega_i^* - (\sum_{i=1}^K \gamma_i \cdot \omega_i^*) (\sum_{i=1}^K \gamma_i \cdot t_{icp})}{\sum_{i=1}^K \gamma_i (t_{icp})^2 - (\sum_{i=1}^K \gamma_i \cdot t_{icp})^2};$$

$$\alpha = \sum_{i=1}^K \gamma_i \cdot \omega_i^* - \beta \sum_{i=1}^K \gamma_i \cdot t_{icp};$$

7) полученная зависимость $\omega(t) = \alpha \cdot t + \beta$ отражается на рис. 4.

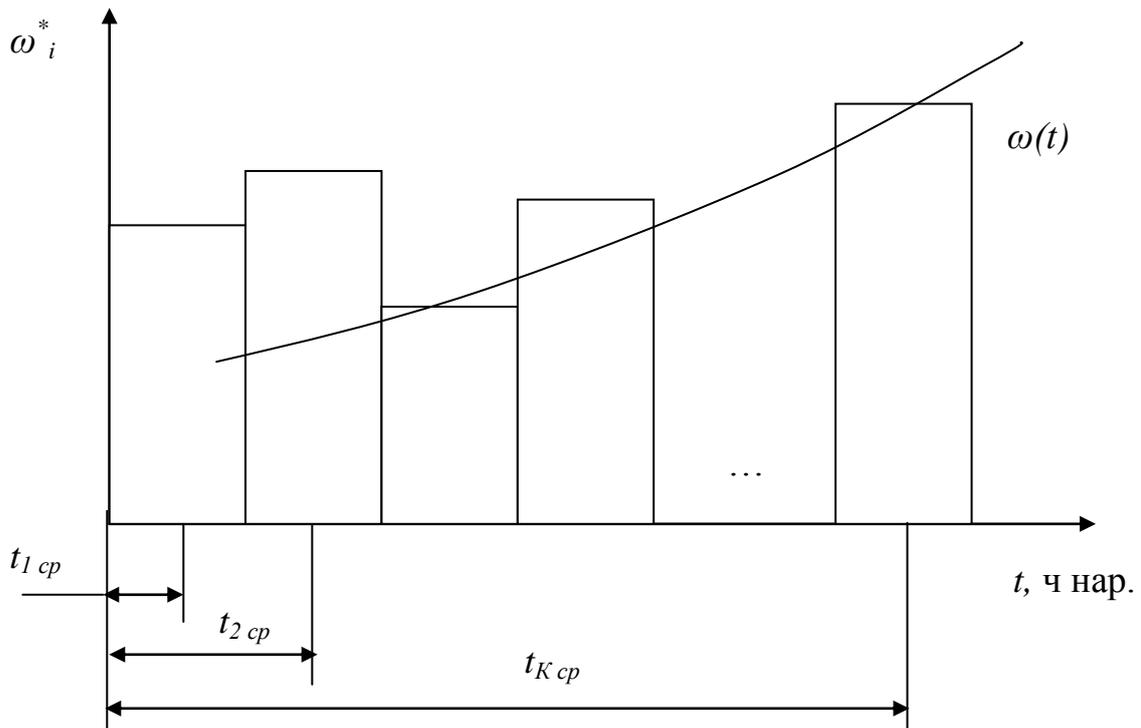


Рис. 4. Гистограмма интервальной оценки ω_i^* (нестационарный процесс)

Результаты моделирования представляют по форме табл. 5.

Таблица 5

Результаты моделирования нестационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия

$\omega(t) = \alpha \cdot t + \beta$	$t_{зад}$, ч. нар.	Прогнозируемое значение
$\omega(t) =$		$\omega(t_{зад}) =$

Примечание: $t_{зад}$ - по табл. ПЗ.1 (Приложение 3).

Выводы по результатам моделирования должны содержать:

1) оценку полученного значения параметра потока отказов:

$$\omega(t_{зад}) \leq 1 \cdot 10^{-5};$$

2) предложения по уменьшению $\omega(t_{зад})$.

2.4. Определение характеристик процесса восстановления изделий АТ

Характеристики процесса восстановления изделий АТ представлены в табл. 6.

Исходные данные для определения характеристик представлены в Приложении 2 (табл. П.2.1) и содержат статистический ранжированный ряд времен восстановления изделия $\{\tau_i\}$, полученный хронометражем при выполнении восстановительных работ. В табл. 6 представлены расчетные формулы определения характеристик для экспоненциального закона распределения времени восстановления $\{\tau_i\}$.

Таблица 6

Характеристики процесса восстановления изделий АТ

Характеристики	Расчетная формула для экспоненциального закона распределения $\{\tau_i\}$
Среднее время восстановления	$T_2 = \sum_{i=1}^n \tau_i, \text{ ч}$ <i>n</i> – общее количество наблюдений случайной величины τ_i
Интенсивность восстановления	$\mu = \frac{1}{T_2}$
Коэффициент готовности	$K_r = \frac{T_1}{T_1 + T_2},$ <i>T</i> ₁ – средняя наработка между отказами (по табл. 2 п. 2.2 Пособия)
Вероятность восстановления за заданное (нормативное) время	$P_e(\tau_{\text{норм}}) = 1 - e^{-\mu \cdot \tau_{\text{норм}}}$

Результаты определения характеристик представляют по форме табл. 7.

Таблица 7

Характеристики процесса восстановления изделия

Характеристики	$\tau_{\text{норм}}, \text{ ч}$	Значение характеристики
Среднее время восстановления		<i>T</i> ₂ =

Интенсивность восстановления		$\mu =$
Коэффициент готовности		$K_G =$
Вероятность восстановления за нормативное время		$P_v(\tau_{норм}) =$

Примечание: $\tau_{норм}$ - по табл. ПЗ.1 (Приложение 3).

Выводы по результатам расчетов должны содержать:

- 1) оценку полученных значений характеристик процесса восстановления изделия $P_v(\tau_{норм}) \geq 0,7$;
- 2) предложения по улучшению характеристик.

3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОРАБОТКИ НА ПРАКТИЧЕСКОМ ЗАНЯТИИ

Для выполнения ПЗ студенты изучают методические указания (п. 2. Пособия), получают от преподавателя вариант задания и выполняют моделирование процесса эксплуатации восстанавливаемых изделий.

Исходные данные для выполнения варианта задания представлены в Приложениях:

Приложение 1. Статистические данные по наработкам до отказа изделия АТ при стационарном (табл. П.1.1) и нестационарном (табл. П.1.2) процессе эксплуатации;

Приложение 2. Статистические данные по временам восстановления изделия АТ (табл. П.2.1);

Приложение 3. Периоды для прогнозирования результатов моделирования (табл. ПЗ.1).

Для полученного варианта задания с использованием исходных данных студенту требуется:

- 1) определить характеристики стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия (экспоненциальное распределение);
- 2) определить тенденцию развития (тренд) нестационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия методом наименьших квадратов;
- 3) определить характеристики процесса восстановления изделия (экспоненциальное распределение).

4. ОТЧЕТНОСТЬ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

После выполнения практического занятия студенты представляют преподавателю отчет по форме Приложения 4, который включает:

- 1) формулировку задачи и сходные данные по заданному варианту (заполнить табл. 1 – 4);
- 2) расчет характеристик стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия (по результатам расчета должны быть оформлены табл. 5, рис. 1, табл. 6, сформулированы выводы);
- 3) расчет характеристик нестационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия (по результатам расчетов должны быть оформлены табл. 7, рис. 2, табл. 8, табл. 9, сформулированы выводы);
- 4) расчет характеристик процесса восстановления изделия (по результатам расчетов должна быть сформирована табл. 10).

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Что такое «процесс восстановления» и «восстанавливаемое изделие»?
2. Как определяют «стационарный» и «нестационарный» процессы эксплуатации восстанавливаемого изделия?
3. Каковы характеристики модели стационарного процесса?
4. Каковы характеристики модели нестационарного процесса?
5. Каковы характеристики процесса восстановления изделий АТ?
6. Перечислите исходные данные для моделирования.

Литература

1. ГОСТ 18322-78 (СТ СЭВ 5151-85). Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: изд-во стандартов, 1990.
3. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. – М.: Изд-во стандартов, 1992.
4. Смирнов Н.Н., Герасимова Е.Д., Полякова И.Ф. Эксплуатационная надежность и режимы технического обслуживания самолетов: учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2002.
5. Ицкович А.А., Кабков П.К. Вероятностно-статистические модели эксплуатации ЛА: учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2009.

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО
ОТКАЗАМ ИЗДЕЛИЙ АТ**

Таблица П1.1

Статистические данные по отказам изделия АТ
при стационарном процессе его эксплуатации

Вариант	Наработки до отказа изделия АТ, ч нар.									
1	70	133	178	212	283	317	420	460	502	532
	595	645	742	788	822	856	929	995	1079	1126
2	43	127	165	2003	278	296	398	412	449	495
	514	576	638	696	776	803	852	921	995	1072
3	31	61	92	121	149	180	209	238	266	295
	322	350	377	403	469	509	554	599	644	688
4	46	91	138	181	223	270	313	357	399	442
	483	525	565	607	703	763	831	898	966	1032
5	20	60	120	180	250	300	320	350	370	410
	460	520	650	710	720	750	780	854	912	950
6	20	55	67	102	150	180	210	250	304	320
	330	357	362	374	380	410	465	520	550	600
7	50	120	190	250	330	350	420	490	560	630
	700	750	770	810	870	940	1000	1050	1080	1150
8	1190	1210	1270	1330	1310	1460	1520	1560	1610	1680
	1760	1820	1900	1910	2050	2120	2200	2280	2350	2410

Таблица П1.2

Статистические данные по отказам изделия АТ
при нестационарном процессе его эксплуатации

Вариант	Наработки до отказа изделия АТ, ч нар.									
1	700	732	776	790	800	868	936	1003	1069	1136
	1200	1302	1402	1501	1600	1748	1883	2005	2200	2400
2	1050	1098	1164	1185	1200	1302	1404	1504	1603	1704
	1800	1953	2103	2251	2400	2622	2824	3005	3300	3600
3	1007	1100	1130	1180	1250	1300	1350	1400	1509	1550
	1650	1700	1750	1850	1950	2050	2100	2150	2250	2300
4	1190	1210	1270	1330	1335	1460	1520	1560	1610	1680
	1760	1820	1900	1910	2050	2120	2200	2280	2350	2410
5	650	709	720	750	780	802	850	900	950	1000
	2500	2600	2650	2750	2851	2953	3000	3250	3500	3950
6	1750	1850	1950	2050	2150	2300	2500	2850	3500	3600
	3950	4010	4128	4230	4450	4599	4701	4810	4900	5000
7	1180	1275	1346	1393	1454	1617	1709	1833	1968	2652
	2824	3000	3300	3600	3671	3700	3805	3910	4015	4200
8	550	608	625	650	680	705	750	800	832	899
	940	955	996	1020	1140	1280	1380	1499	1570	2000

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ВРЕМЕНАМ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ АТ**

Таблица П2.1

Вариант	Времена восстановления изделия АТ, ч									
	1	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7
2	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
3	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,6	4,7	4,7
4	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4
5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
6	4,0	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5
7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0
8	3,5	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,8	3,9	3,9

**ПЕРИОДЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Таблица П3.1

Периоды	Варианты задания							
	1	2	3	4	5	6	7	8
t_1 , ч нар.	1200	1200	300	600	1000	600	1200	2400
t_2 , ч нар.	1800	1800	900	1200	1500	1200	1800	3000
$t_{зад}$, ч нар.	3000	4200	2900	3000	4800	6200	5600	2900
$\tau_{норм.}$, ч	3,6	4,0	4,5	2,3	2,6	4,3	3,0	3,8

**ФОРМА ОТЧЕТА О ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ
ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ**

Кафедра ТЭЛА и АД

Дисциплина: «Вероятностно-статистические модели эксплуатации»

ОТЧЕТ

о выполнении работы по практическому занятию

на тему «Моделирование процессов эксплуатации восстанавливаемых изделий»

Студент _____

Отчет принял _____

Группа _____

« ____ » _____ 20 ____ г.

1. Цель практического занятия

2. Исходные данные для варианта задания № _____

Исходные данные для варианта задания из Приложений 1, 2, 3 представлены в табл. 1, 2, 3, 4.

Таблица 1

Статистические данные по отказам изделия АТ
при стационарном процессе его эксплуатации

Наработки до отказа изделия АТ, ч нар.									

Таблица 2

Статистические данные по отказам изделия АТ
при нестационарном процессе его эксплуатации

Наработки до отказа изделия АТ, ч нар.									

Таблица 3

Статистические данные по временам
восстановления изделия АТ

Времена восстановления, ч									

Таблица 4

Периоды для прогнозирования
результатов моделирования

Периоды прогноза			
t_1 , ч нар.	t_2 , ч нар.	$t_{зад.}$, ч нар.	$\tau_{норм.}$, Ч

3. Определение характеристик стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия

Таблица 5

Расчет интервальных значений параметра потока отказов

№ интервала	1	2	3	...	К
Δt_i , ч нар.					
ω_i^*					

Рис. 1. Гистограмма интервальной оценки ω_i^* (стационарный процесс)

Таблица 6

Результаты моделирования стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия

Характеристика	t_1 , ч нар.	t_2 , ч нар.	Значение характеристики
Параметр потока отказов			$\omega =$
Средняя наработка между отказами			$T_i =$
Вероятность безотказной работы на интервале			$P(t_1, t_2) =$

Выводы: _____

4. Определение тенденции развития (тренда) нестационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия

Таблица 7

Расчет интервальных значений параметра
потока отказов

№ интервала	1	2	3	...	K
Δt_i , ч нар.					
ω_i^*					
$t_{i\text{ср.}}$, ч нар.					



Рис. 2. Гистограмма интервальной оценки ω_i^* (нестационарный процесс)

Таблица 8

Расчет коэффициентов α и β методом наименьших квадратов

№ интервала	1	2	3	...	K	Σ	Σ^2
γ_i						1	
$\gamma_i \cdot t_{i\text{ср.}} \cdot \omega_i^*$							
$\gamma_i \cdot \omega_i^*$							
$\gamma_i \cdot (t_{i\text{ср.}})^2$							
$\gamma_i \cdot t_{i\text{ср.}}$							

$\beta =$

$\alpha =$

Таблица 9

Результаты моделирования нестационарного процесса
эксплуатации восстанавливаемого изделия

$\omega(t) = \alpha \cdot t + \beta$	$t_{\text{зад.}}$	Прогнозируемое значение
$\omega(t) =$		$\omega(t_{\text{зад.}}) =$

Выводы: _____

5. Определение характеристик процесса восстановления изделия

Таблица 10

Характеристики процесса восстановления изделия

Характеристики	$\tau_{\text{норм.}}$	Значение характеристики
Среднее время восстановления, ч		$T_2 =$
Интенсивность восстановления		$\mu =$
Коэффициент готовности		$K_G =$
Вероятность восстановления за нормативное время		$P_B(\tau_{\text{норм.}}) =$

Выводы: _____

Отчет выполнил студент _____

Содержание

1. Общие положения	3
1.1. Цель работы	3
1.2. Основные вопросы, подлежащие изучению для выполнения практического занятия	3
2. Методические указания по теме	3
2.1. Постановка задачи	3
2.2. Определение характеристик стационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия	6
2.3. Определение тенденций развития (тренда) нестационарного процесса эксплуатации восстанавливаемого изделия	8
2.4. Определение характеристик процесса восстановления изделий АТ	11
3. Задание для самостоятельной проработки на практическом занятии	12
4. Отчетность по практическому занятию	13
5. Контрольные вопросы по теме практического занятия.....	13
Литература	13
Приложение 1. Статистические данные по отказам изделий АТ	14
Приложение 2. Статистические данные по временам восстановления изделий АТ	15
Приложение 3. Периоды для прогнозирования результатов моделирования	15
Приложение 4. Форма отчета о выполнении работы по практическому занятию	16

