

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НЕФТЕКАМСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Лабораторная работ №1, по предмету: «Надежность ЭЭС».

Выполнила: Бригада №3

Гатин Э.И

Давлетов Т.И

Зарипов А.М

Исламов Э.Т.

Кайль А.Ю,

Проверил:

кандидат технических наук, доцент

Козырева Е.А.

г. Нефтекамск

2023

**Тема:** Разработка методики испытаний на надежность элементов электроэнергетических систем

**Цель** – получить навыки расчета характеристик изделий восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических систем.

**Алгоритм выполнения**

1. Изучить теоретический материал лабораторной работы (лекц. 1)
2. В соответствии с данными выполнить задания 1–4.
3. Составить отчет по работе, содержащий все пункты выполнения задания.

**Пример 1.** При эксплуатации системы было зарегистрировано  $n = 40$  отказам. Распределение отказов по группам элементов и время, затраченное на восстановление, приведены в табл. 1.  
Найти величину среднего времени восстановления системы.

Группа элементов	Количество отказов по группе $n_i$	Вес отказов по группе $m_i = \frac{n_i}{n}$	Время восстановления $t_i$ , мин	Суммарное время восстановления по группе $t_d$ , мин
1	2	3	4	5
ППП	8	0,2	80 59 110 91 45 43 99 73	600
Резисторы и конденсаторы	10	0,25	61 73 91 58 44 112 82 54 91 94	760
Реле, трансформаторы, дроссели	4	0,1	102 98 124 128	452
ЭВП	14	0,35	60 64 56 36 65 44 42 33 32 23	700
Прочие элементы	4	0,1	125 133 115 107	480

*Решение.* Определяем среднее время восстановления аппаратуры по группам элементов.

Для полупроводниковых приборов

$$t_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^n t_i / n_i = 600 / 8 = 75 \text{ мин.}$$

Аналогично находим:

- для резисторов и конденсаторов – 76 мин;
- для реле, трансформаторов, дросселей – 113 мин;
- для ЭВП – 50 мин;
- для прочих элементов – 120 мин.

Рассчитываем среднее время восстановления системы по формуле

$$t_{\text{вс}} = \sum_{i=1}^m t_{\varepsilon i} \cdot m_i, \quad (3.3)$$

где  $t_{\varepsilon i}$  – среднее время восстановления элементов  $i$ -й группы;  
 $m_i$  – вес отказов по группам элементов.

Подставляя значения данных в формулу, получим

$$t_{\text{вс}} = 0,2 \cdot 75 + 0,25 \cdot 76 + 0,1 \cdot 113 + 0,35 \cdot 50 + 0,1 \cdot 120 = 75 \text{ мин.}$$

**Пример 5.** Изделие имело среднюю наработку на отказ  $t_{\text{ср}} = 65$  часов и среднее время восстановления  $t_{\varepsilon} = 1,25$  часа. Требуется определить коэффициент готовности изделия после отказа и восстановления.

*Решение.* По определению коэффициент готовности изделия будет равен

$$K_{\Gamma} = \frac{t_{\text{ср}}}{t_{\text{ср}} + t_{\varepsilon}} = \frac{1}{1 + t_{\varepsilon} / t_{\text{ср}}} = \frac{1}{1 + 0,019} = 0,98.$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					4

## Задания

1. В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой  $N_0$  экземпляров восстанавливаемых изделий. Каждый из образцов работал  $t_i$  часов и наработал  $n_i$  отказов. Требуется определить среднюю наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий. Исходные данные для расчета приведены

*исходные данные*

Номер варианта	Исходные данные									
	$n_1$	$t_1$ час	$n_2$	$t_2$ час	$n_3$	$t_3$ час	$n_4$	$t_4$ час	$n_5$	$t_5$ час
0	1	300	3	600	2	400	—	—	—	—
1	3	90	6	270	4	140	5	230	3	180
2	12	960	15	1112	8	808	7	1490	—	—
3	6	144	5	125	3	80	8	176	5	150
4	6	144	5	125	3	80	—	—	—	—
5	10	1020	26	3120	24	3480	18	2700	—	—
6	18	2700	32	4000	24	3480	16	2080	24	3480
7	3	720	4	1040	2	500	6	1800	—	—
8	1	300	3	600	6	2300	7	2450	—	—
9	3	1650	2	1200	4	2300	—	—	—	—

Решаем третий вариант.

Решение:

Лабораторные работы №4  
(Решен) Задание 1.

Требуется определить среднюю наработку на отказ.

$$\bar{T}_0 = \frac{\sum t_i}{\sum n_i} = \frac{144 + 125 + 80 + 176 + 150}{6 + 5 + 3 + 8 + 5} = \frac{675}{27} = 25$$

Ответ: 25 часод.

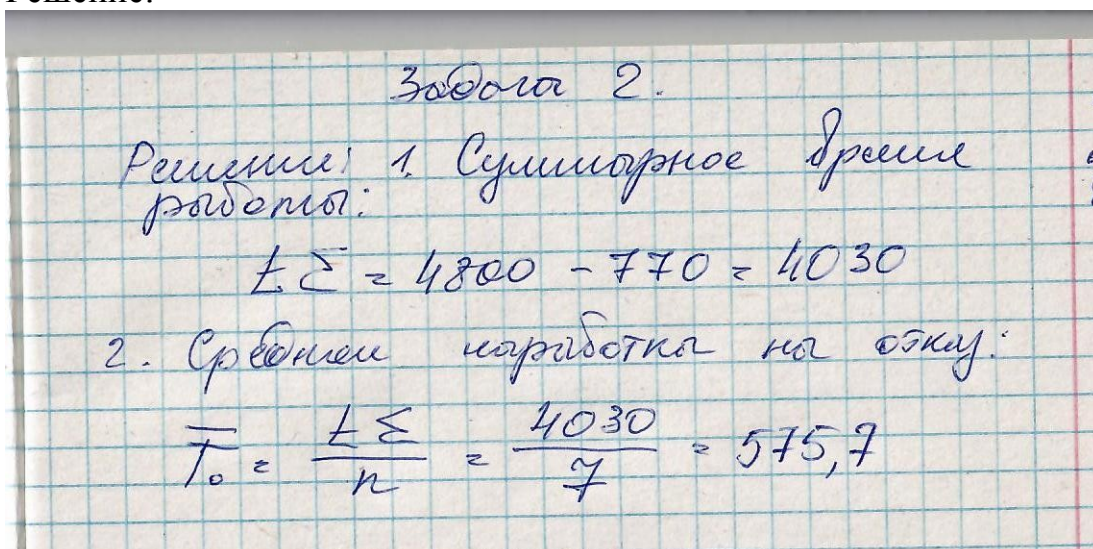
2. В течение времени  $\Delta t$  проводилось наблюдение за восстанавливаемым изделием и было зафиксировано  $n(\Delta t)$  отказов. До начала наблюдения изделие проработало  $t_1$  часов, общее время наработки к концу наблюдения составило  $t_2$  часов. Требуется найти среднюю наработку на отказ. Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

*Исходные данные*

Номер варианта	Исходные данные		
	$t_1$ час	$t_2$ час	$n(\Delta t)$
0	350	1280	15
1	400	1600	3
2	1000	6400	9
3	770	4800	7
4	1200	5558	2
5	300	540	12
6	540	1200	5
7	300	3200	8
8	12	184	16
9	570	2000	27

Решение:



3. Система состоит из  $N$  приборов, имеющих разную надёжность. Известно, что каждый из приборов, проработав вне системы  $t_i$  часов, имел  $n_i$  отказов. Для каждого из приборов справедлив экспоненциальный закон распределения отказов. Найти среднюю наработку на отказ всей системы. Исходные данные для расчёта и ответы приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Исходные данные

Номер варианта	Исходные данные										
	N	$n_1$	$t_1$ час	$n_2$	$t_2$ час	$n_3$	$t_3$ час	$n_4$	$t_4$ час	$n_5$	$t_5$ час
0	3	9	4800	3	5500	3	1200	—	—	—	—
1	5	6	256	8	540	10	780	4	250	12	900
2	3	6	2000	4	1860	3	2160	—	—	—	—
3	4	12	960	15	1112	8	808	7	1490	—	—
4	5	3	90	6	270	4	140	5	230	3	180
5	5	45	600	2	600	4	200	6	200	2	200
6	3	6	144	5	125	3	80	—	—	—	—
7	4	3	720	4	1040	2	500	6	1800	—	—
8	3	3	1650	5	150	10	176	—	—	—	—
9	4	1	120	2	120	8	90	1	700	—	—

Решение варианта 3:

Задача 3.

Решение: 1. Суммарное время работы 4-х объектов (приборов)  
 $(t_{\Sigma} = 90 + 270 + \dots)$   
 $t_{\Sigma} = 960 + 1112 + 808 + 1490 = 4370$

2. Суммарное кол-во отказов:  
 $n = 12 + 15 + 8 + 7 = 42$

3. Средняя наработка на отказ:  
 $\bar{T}_{сер} = \frac{t_{\Sigma}}{n} = \frac{4370}{42} \approx 104.$

**4а** (для вариантов 0 – 4). Система состоит из  $k$  групп элементов. В процессе эксплуатации зафиксировано  $n$  отказов. Количество отказов в  $j$ -й группе равно  $n_j$ ; среднее время восстановления элементов  $j$ -й группы равно  $t_j$ . Требуется вычислить среднее время восстановления системы. Исходные данные для расчёта приведены в табл. 3.5. Изделие имеет среднюю наработку на отказ  $t_{cp}$  и среднее время восстановления  $t_v$ .

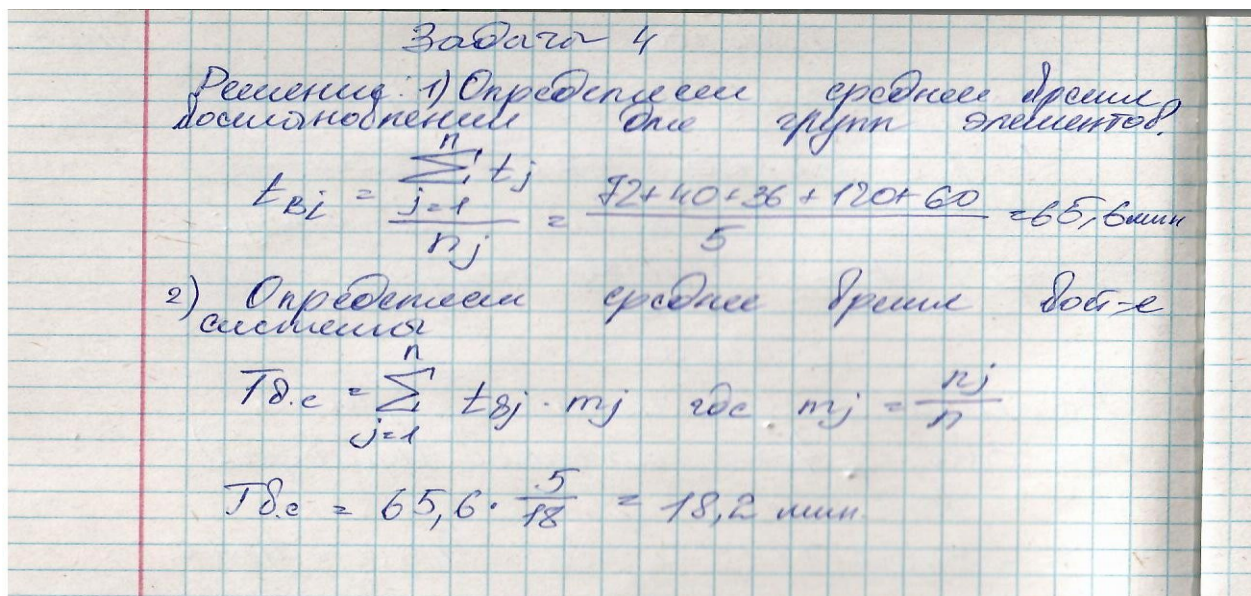
**4б** (для вариантов 5 – 9). Требуется определить коэффициент готовности изделия. Исходные данные для расчёта приведены в табл. 3.6.

Решаем вариант 4а.

Исходные данные

Таблица 3.5

Номер варианта	Исходные данные											
	k	n	n <sub>1</sub>	t <sub>1</sub> мин	n <sub>2</sub>	t <sub>2</sub> мин	n <sub>3</sub>	t <sub>3</sub> мин	n <sub>4</sub>	t <sub>4</sub> мин	n <sub>5</sub>	t <sub>5</sub> мин
0	5	12	1	20	4	30	3	16	2	36	2	40
1	5	40	5	15	8	25	12	60	6	40	9	20
2	4	9	2	37	1	480	2	60	4	25	—	—
3	5	18	3	72	5	40	4	36	2	120	4	60
4	5	68	14	18	8	40	27	20	6	30	13	15



**Вывод:** в ходе лабораторной работы научились рассчитывать характеристики изделий, восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических систем.