

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающей кафедрой
«Электрификация и электроснабжение»
Зав. кафедрой _____ В.А. Бугреев
(подпись, Ф.И.О.)
«_____» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор - директор Российской -
открытой академии транспорта
_____ В.И. Апатцев
(подпись, Ф.И.О.)
«_____» _____ 20__ г.

Кафедра: «Электрификация и электроснабжение»
(название кафедры)

Авторы:

(ф.и.о., ученая степень, ученое звание)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Мониторинг и техническая диагностика в системах электроснабжения»

(название дисциплины)

Направление/специальность: 23.05.05 (190901.65) Системы обеспечения
движения поездов

(код, наименование специальности /направления)

Профиль/специализация: «Электроснабжение железных дорог» (СЭ)

Квалификация (степень) выпускника: специалист

Форма обучения: заочная

Одобрена на заседании Учебно-методической комиссии РОАТ Протокол № _____ «_____» _____ 20__ г Председатель УМК _____ С.Н.Климов (подпись, Ф.И.О.)	Одобрена на заседании кафедры «Электрификация и электроснабжение» Протокол № _____ «_____» _____ 20__ г. Зав. кафедрой _____ В.А. Бугреев (подпись, Ф.И.О.)
--	--

Москва 2015 г.

ЗАДАЧА № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ СЕТЕВОГО РАЙОНА

Для определения расстояния до места повреждения кабельной линии 6 кВ был использован импульсный рефлектометр фирмы FLUKE. С его помощью получено n результатов однократных измерений (результатов наблюдений) расстояния ℓ_i до места повреждения.

Считая, что случайная составляющая погрешности рефлектометра распределена по нормальному закону, определить:

1. Результат измерения с многократными наблюдениями расстояния до места повреждения кабеля $\bar{\ell}$.

2. Оценку среднего квадратического отклонения (СКО) погрешности результата наблюдений (стандартную неопределенность единичного измерения) S ;

3. Границы максимальной неопределенности случайной составляющей погрешности результата наблюдений $\Delta_{\text{макс}}$;

4. Оценку среднего квадратического отклонения погрешности случайной составляющей результата измерения (стандартную неопределенность результата измерения) $S(\bar{\ell})$;

5. Границы доверительного интервала (расширенную неопределенность) для результата измерения расстояния до места повреждения ϵ при заданной доверительной вероятности α ;

6. Записать результат измерения расстояния до места повреждения в соответствии с нормативными документами.

7. Систематическую составляющую погрешности измерения рефлектометра θ , если после обнаружения места повреждения было установлено, что действительное расстояние до него составляло ℓ_0 метров. Сравните ее с доверительным интервалом случайной составляющей погрешности результата измерения, и сделать вывод;

8. Предложить способ уменьшения оценки СКО случайной составляющей погрешности результата измерения в D раз.



Рис. 1. Внешний вид рефлектометра.

Методические указания к решению задачи

Исходные данные задачи определяют в соответствии с табл. 1.1, 1.2 и 1.3 по номеру варианта. Во второй строке табл. 1.1 и 1.2, обозначенной буквой i , указаны номера результатов однократных измерений (наблюдений) ℓ_i , которые входят в качестве исходных данных в соответствующий вариант контрольного задания. Таким образом, число единичных измерений ℓ_i и их числовые значения определяются обеими цифрами шифра

Таблица 1.1

Выбор варианта

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
i	1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
ℓ_i , м	275,4	272,3	278,1	272,8	278,4	272,7	279,0	271,5	279,0	274,4
D	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9

Таблица 1.2

Выбор варианта

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
i	51-57	55-62	60-68	65-73	70-77	75-84	80-89	85-94	90-96	92-99
α	0,90	0,95	0,98	0,95	0,99	0,90	0,98	0,90	0,99	0,95

Таблица 1.3
Данные по вариантам

i	$l_{i,м}$	i	$l_{i,м}$	i	$l_{i,м}$	i	$l_{i,м}$	i	$l_{i,м}$
1	274.35	21	273.95	41	273.92	61	275.30	81	277.78
2	274.57	22	274.23	42	274.95	62	275.23	82	273.91
3	276.68	23	274.32	43	276.10	63	275.52	83	275.75
4	276.17	24	273.38	44	272.67	64	276.03	84	276.48
5	275.81	25	278.03	45	274.07	65	276.56	85	273.43
6	273.50	26	274.72	46	273.02	66	273.75	86	274.60
7	276.65	27	276.87	47	274.65	67	274.76	87	273.03
8	275.81	28	277.00	48	275.52	68	274.24	88	272.71
9	273.28	29	275.34	49	275.47	69	277.07	89	274.94
10	275.30	30	275.98	50	276.72	70	274.56	90	275.28
11	276.86	31	275.61	51	275.15	71	277.37	91	274.31
12	274.95	32	276.41	52	275.40	72	275.25	92	271.99
13	275.73	33	274.50	53	275.09	73	276.89	93	274.09
14	274.91	34	273.64	54	273.35	74	274.90	94	273.24
15	277.92	35	274.85	55	273.86	75	275.89	95	276.75
16	274.53	36	276.56	56	275.66	76	276.40	96	274.73
17	272.91	37	275.18	57	273.83	77	276.08	97	274.69
18	276.70	38	274.37	58	277.08	78	274.00	98	274.92
19	275.35	39	277.17	59	276.20	79	274.92	99	275.08
20	275.30	40	274.74	60	274.63	80	274.33	100	274.49

Числовые значения l_0 и α приведены соответственно в третьей строке табл. 1.1 и 1.2, коэффициент D приведен в четвертой строке табл. 1.1, а числовые значения результатов однократных измерений (результатов наблюдений) - в табл. 1.3.

Решать задачу нужно в такой же последовательности, в какой приведены пункты контрольного задания.

Для удобства выполнения расчетов по п.п. 1, 2 и 3 задания, а также для сокращения времени на оформление работы необходимо составить таблицу промежуточных вычислений по форме, соответствующей табл. 1.4.

Во второй и третий столбцы табл. 1.4 вписываются номера и числовые значения результатов наблюдений (единичных измерений) расстояния l_i , соответствующего варианта контрольного задания.

Таблица 1.4

№ п/п	№ измерений i	Значения l_i , м	$l_i - \bar{l}$, м	$(l_i - \bar{l})^2$, м ²
1	2	3	4	5
1				
2				
3				
·				
·				
n				
		$\sum_{i=1}^n l_i = \dots$	$\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l}) = \dots$	$\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2 = \dots$

В таблице 1.4 приведены следующие обозначения: l_i - результат i -го наблюдения расстояния до места повреждения; \bar{l} - результат измерения расстояния до места повреждения кабеля.

В процессе решения в соответствующие расчетные формулы необходимо подставлять исходные данные и результаты промежуточных вычислений, записанные в конце третьего и пятого столбцов табл. 1.4.

Чтобы избежать накопления погрешностей вычислений в процессе расчета, промежуточные вычисления необходимо выполнять с использованием большего числа значащих цифр, чем число значащих цифр, которое приводят в конечном результате. Поэтому при заполнении четвертого столбца табл. 1.4 следует приводить минимум **четыре значащие цифры**, при заполнении пятого столбца - до **пяти значащих цифр**.

Соответственно \bar{l} при использовании его в качестве промежуточного

значения следует округлить, если это потребуется, до **шести** значащих цифр. Промежуточные значения S и $S(\bar{\ell})$ могут быть представлены **четырьмя** значащими цифрами.

Конечный результат для искомых величин S , $S(\bar{\ell})$ должен быть записан отдельно и округлен до трех значащих цифр

В связи с тем, что число однократных измерений n в данном контрольном задании относительно невелико, доверительный интервал результата измерения расстояния до места повреждения должен быть рассчитан в соответствии с интегральным законом распределения Стьюдента.

Систематическую погрешность измерения θ можно найти как отклонение результата измерения $\bar{\ell}$ от действительного значения измеряемой физической величины ℓ_0 . Если последняя известна с достаточной точностью, то систематическую погрешность можно оценить как их разность $\theta = \bar{\ell} - \ell_0$. Сравните полученное значение с границами доверительного интервала случайной составляющей погрешности результата измерения и определите – имеет ли место систематическая неопределенность или расхождение $\bar{\ell}$ и ℓ_0 можно объяснить случайными факторами.

При выполнении задания считать, что результаты наблюдений распределены по нормальному закону. Точечная оценка дисперсии для результата наблюдений (квадрат СКО результата наблюдений) S^2 при большом числе наблюдений (в пределе при $n \rightarrow \infty$) стремится к постоянной величине – дисперсии результата наблюдений σ^2 . Известно, что оценка СКО результата измерения зависит от СКО результата наблюдений и числа наблюдений $S(\bar{\ell}) = S / \sqrt{n}$. Из этого выражения видно, что для изменения $S(\bar{\ell})$ необходимо изменить n . Отсюда можно получить новое число наблюдений, которое позволит уменьшить $S(\bar{\ell})$ в заданное число D .

ЗАДАЧА №2 РАСЧЕТ СРОКА СЛУЖБЫ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕРМИНАЛА ИНТЕР 27,5

Рассчитать вероятность безотказной работы и срок службы интеллектуального терминала ИНТЕР 27,5. с учетом реальной загрузки элементов, если известны параметры надежности его элементов с учетом температуры окружающей среды.

Количество элементов, их типы и технические данные по вариантам приведены в таблицах 2.1 - 2.3. И интеллектуальных терминалах ИНТЕР 27,5 количество элементов зависит от количества подключенных фидеров, и количество выполняемых функций. Зависимости увеличения частоты отказов от загрузки элементов показаны на рис. 2 –5.

Таблица 2.1

Элементы интеллектуального терминала

Наименование элемента	Тип	Кол-во	Коэф. загрузки, k_n	Поправочный коэф-т, α	Интенсивность отказов 1/ч	
					при номинальной нагрузке $\lambda_{ном}$	при реальной нагрузке λ_p
Транзистор	КТ				$0,5 \cdot 10^{-6}$	
Резистор	МЛТ				$0,005 \cdot 10^{-6}$	
Диод	ИД				$0,056 \cdot 10^{-6}$	
Конденсатор	МБМ				$0,025 \cdot 10^{-6}$	
Трансформатор				1	$0,009 \cdot 10^{-6}$	

Поправочный коэффициент α определяется из диаграмм рис. 2 – 5 в зависимости от температуры окружающей среды $t^{\circ}\text{C}$ и коэффициента нагрузки k_n , для трансформаторов принимается $\alpha = 1$.

Интенсивность отказов при реальной нагрузке λ_p определяется по формуле

$$\lambda_p = \lambda_{\text{НОМ}} \cdot \alpha.$$

Для расчета надежности принимается последовательная схема замещения (рис. 2.1), т.е. при отказе одного элемента вся система выходит из строя. Отказом может быть – изменение параметров сопротивления, емкости любого элемента за допустимые границы, ухудшение контактов в местах паяк и изменения в связи с этим общих сопротивлений и т.д.

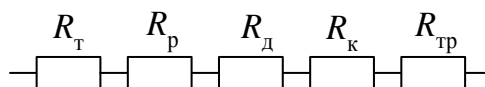


Рис. 4.1. Расчетная схема замещения

Интенсивность отказов системы λ_c

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^{i=s} (\lambda_{pi} \cdot n_i) j,$$

где n_i – количество элементов каждого типа (резисторов, диодов, конденсаторов и т.д.);

λ_{pi} – интенсивность отказов при реальной нагрузке каждого типа элементов;

j – порядковый номер типа элементов;

s – количество типов элементов, входящих в систему.

Вероятность безотказной работы интеллектуального терминала

$$P_c = e^{-\lambda_c \cdot t},$$

где t – время работы за сутки, ч.

Время безотказной работы системы

$$T_c = \frac{1}{\lambda_c}.$$

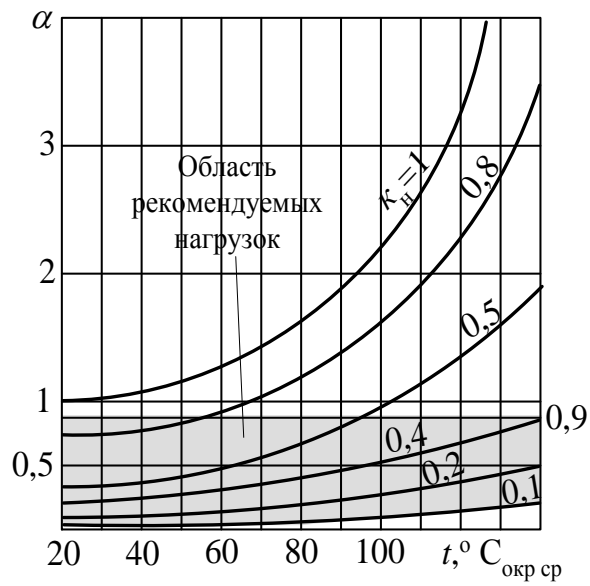


Рис. 2 Зависимость α от t и κ_n для кремниевых транзисторов

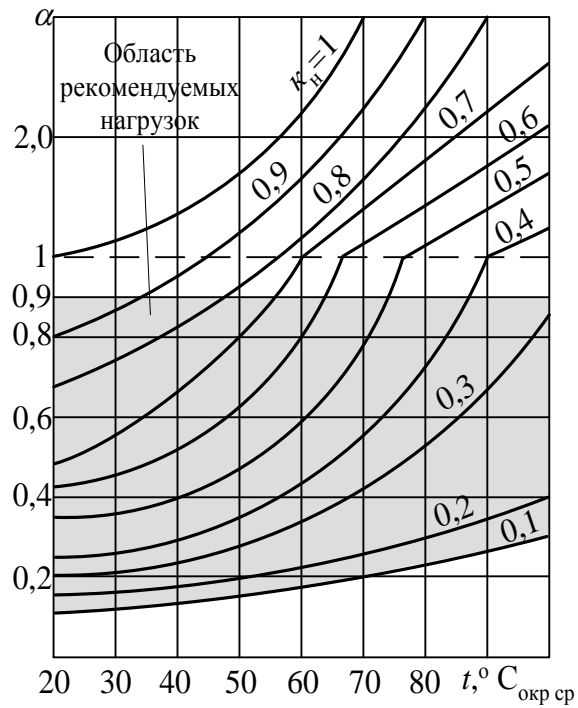


Рис. 3. Зависимость α от t и κ_n для резисторов типа МЛТ и ОМЛТ

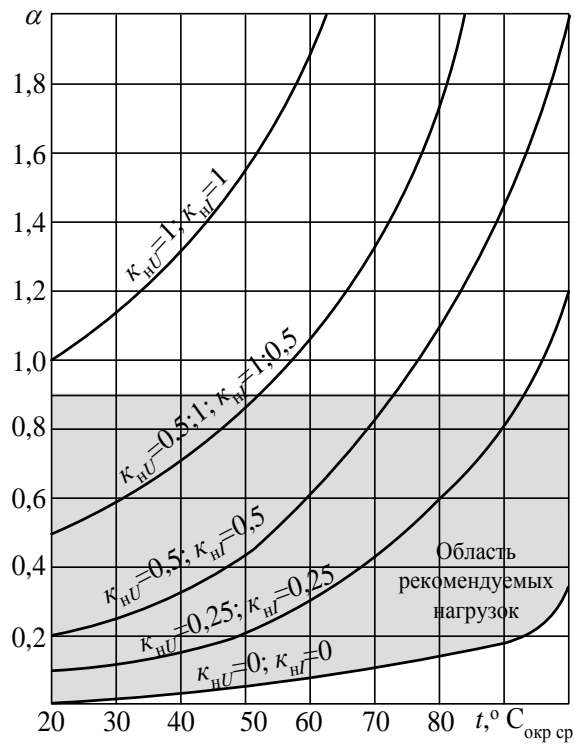


Рис. 4. Зависимость α от t и κ_H для плоскостных кремниевых диодов

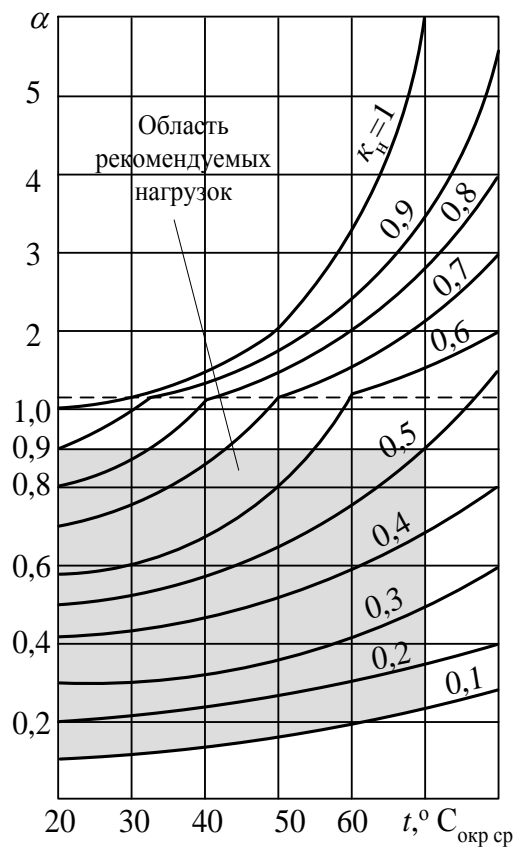


Рис. 5. Зависимость α от t и κ_H для конденсаторов с металлобумажной изоляцией типов МБМ, БМТ, БМ, КБГ

Таблица 2.2

Варианты заданий

Предпоследняя цифра	Транзистор Число элементов/загрузка	Резистор Число/загрузка	Диод Число/загрузка
1.	20/0,4	50/0,6	22/0,6
2.	23/0,3	52/0,7	21/0,6
3.	23/0,4	54/0,4	20/0,5
4.	25/0,3	56/0,3	19/0,4
5.	23/0,4	58/0,6	18/0,6
6.	20/0,3	60/0,7	17/0,6
7.	20/0,3	62/0,7	16/0,6
8.	26/0,4	64/0,4	15/0,5
9.	24/0,3	66/0,3	14/0,4
0.	23/0,4	65/0,6	15/0,6

Таблица 2.3

Варианты заданий

Последняя цифра	Конденсатор Число/загрузка	Трансформатор Число/загрузка	Температура окр. среды	Время работы за сутки
1	14/0,7	3/0,3	20	20
2	13/0,4	3/0,5	30	20
3	12/0,6	3/0,6	40	20
4	11/0,2	3/0,5	50	19
5	10/0,7	3/0,3	20	18
6	9/0,4	3/0,5	30	22
7	8/0,4	3/0,5	30	21
8	9/0,6	3/0,6	40	20
9	10/0,2	3/0,5	50	20
0	11/0,7	3/0,3	20	20

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1982.
2. Справочник по электроснабжению железных дорог. Т. 1/Под ред. К. Г. Марквардта. М.: Транспорт, 1980. — 256 с.
3. Герман Л. А. Электроснабжение электрических железных дорог. Методические указания к изучению темы. М.: ВЗИИТ, 1983.
4. Бей Ю. М., Мамошин Р. Р, Пупынин В. Н. Тяговые подстанции / Учебник для вузов ж. – д. транспорта. – М.: Транспорт, 1986.
5. Рефлектометр РИ-407. Справочное руководство. Режим доступа: <http://www.ersted.ru/produksiya/reflektometri/reflektometr-dlya-silovyyh-linij-ri-407/>
6. Интеллектуальный терминал ИНТЕР 27-5. Справочное руководство. Режим доступа: http://www.nfenergo.ru/rus_product.html?itemid=90