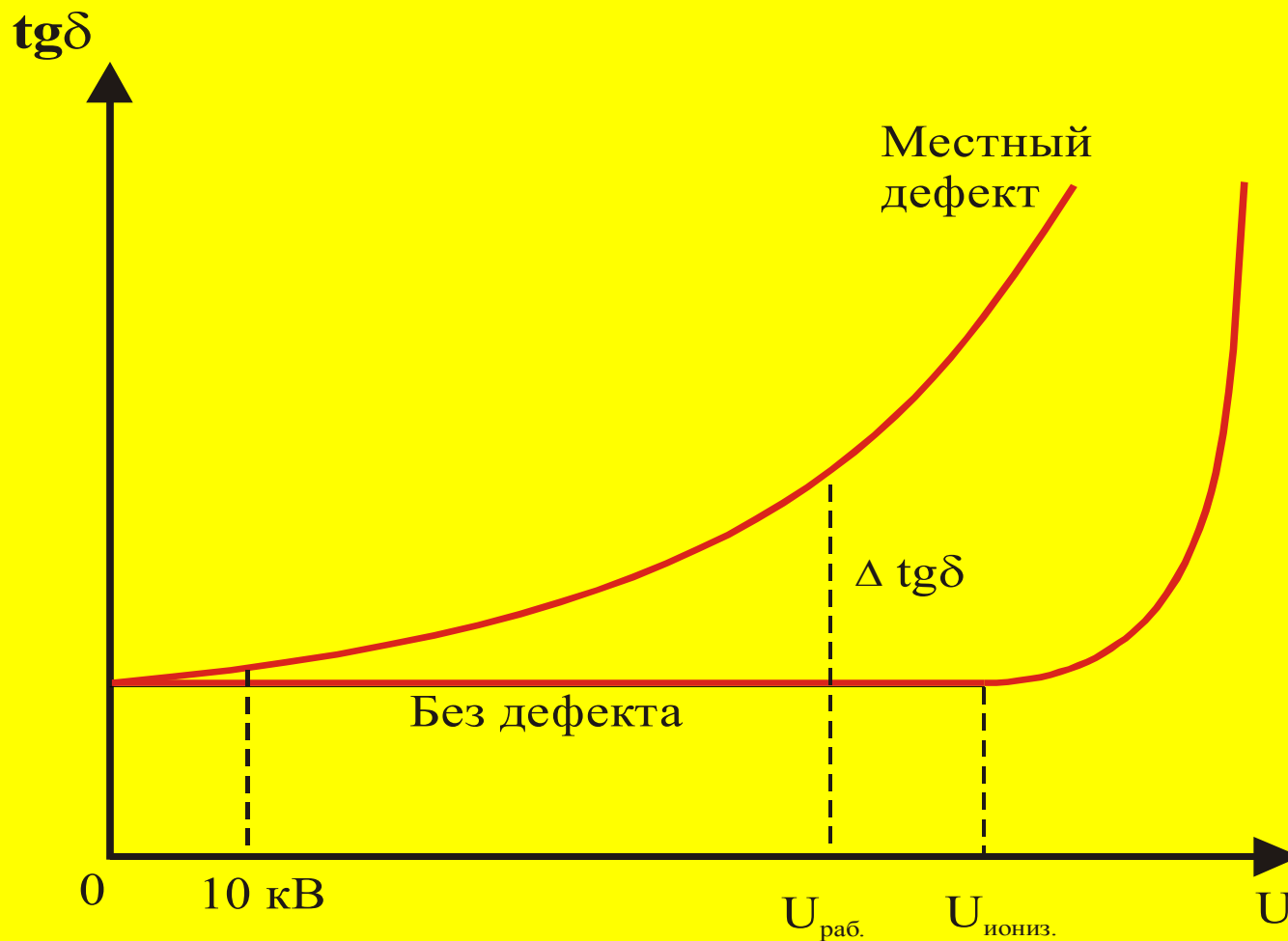


Измерения $\text{tg}\delta$ под рабочим напряжением

Методика, нормы отбраковки и периодичность

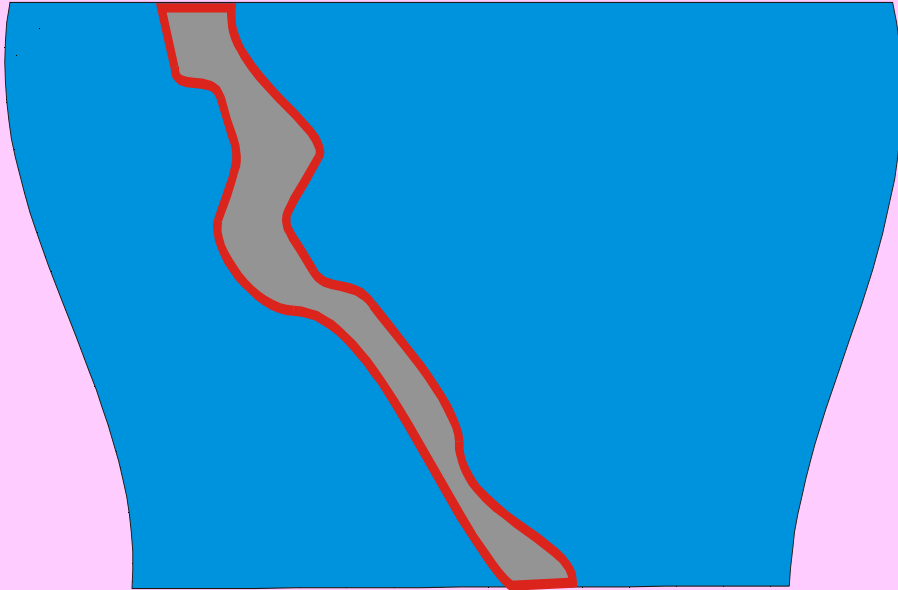
Зависимость $\text{tg}\delta$ от напряжения



Местный дефект

Местный дефект

Нормальная изоляция



$$\operatorname{tg} \delta_{\text{y}} = \frac{\operatorname{tg} \delta_{\text{N}} \cdot C_{\text{N}} + \operatorname{tg} \delta_{\text{Д}} \cdot C_{\text{Д}}}{C_{\text{N}} + C_{\text{Д}}}$$

Если :

$$\operatorname{tg} \delta_{\text{N}} = 0.1\% \quad C_{\text{N}} = 0,999$$

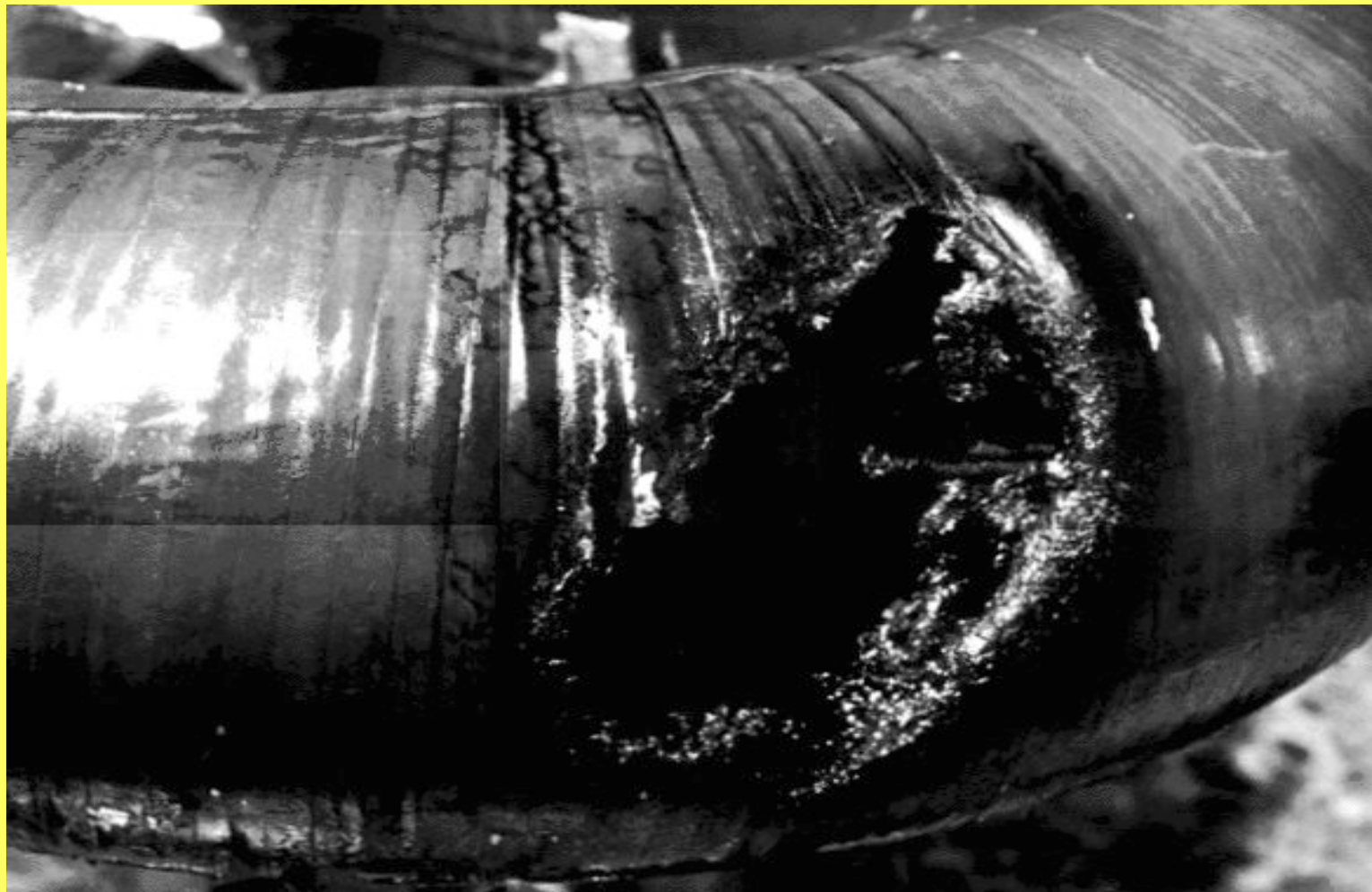
$$\operatorname{tg} \delta_{\text{Д}} = 100\% \quad C_{\text{Д}} = 0,001$$

то:

$$\operatorname{tg} \delta_{\text{y}} = \frac{\operatorname{tg} \delta_{\text{N}} \cdot C_{\text{N}} + \operatorname{tg} \delta_{\text{Д}} \cdot C_{\text{Д}}}{C_{\text{N}} + C_{\text{Д}}} = 0,2\%$$

Местный дефект

изоляции первичной обмотки ТТ типа ТФУМ- 330 АУ1,
появившийся в результате воздействия токов КЗ.

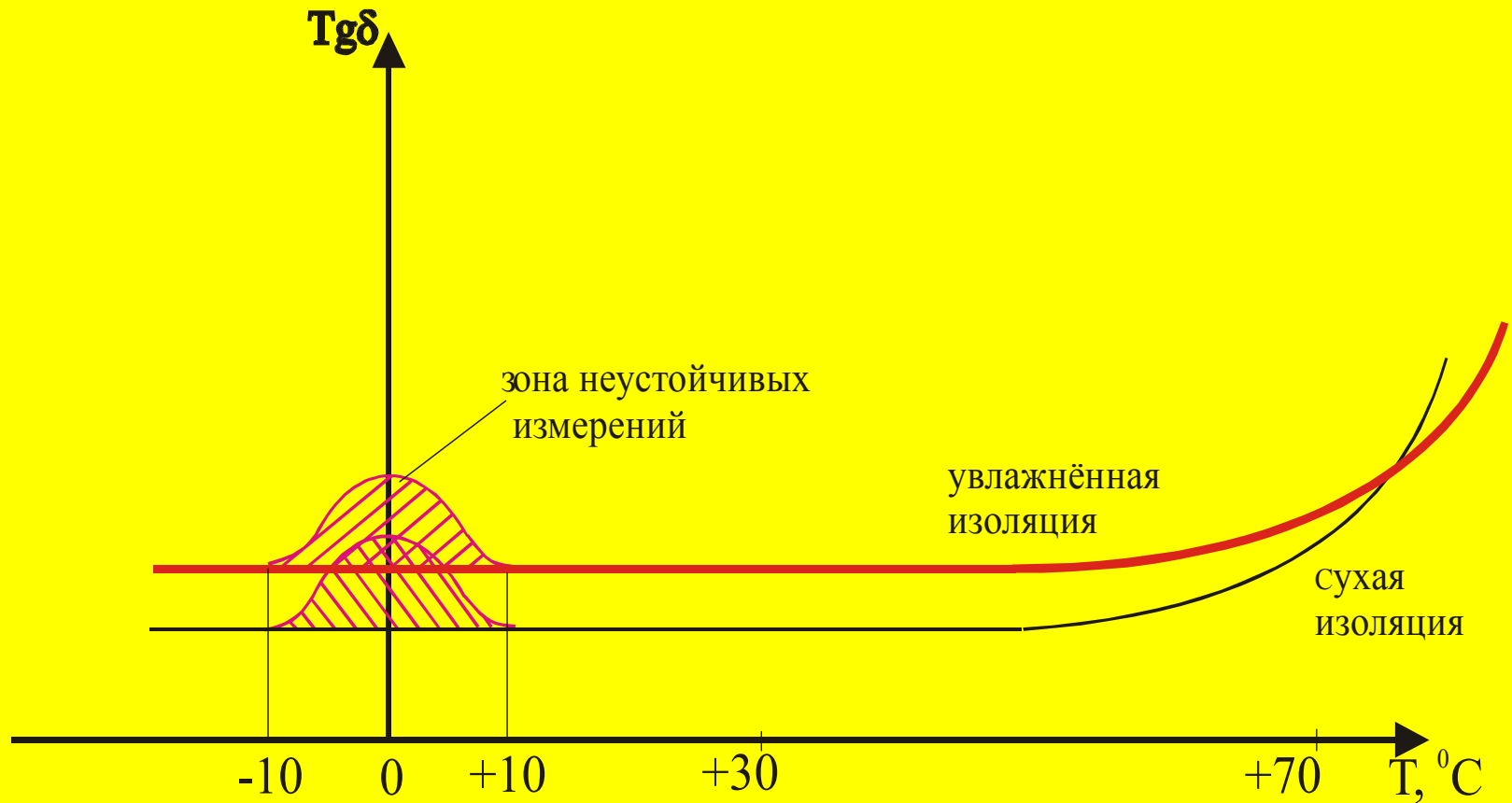


Факторы, ускоряющие развитие местного дефекта в изоляции

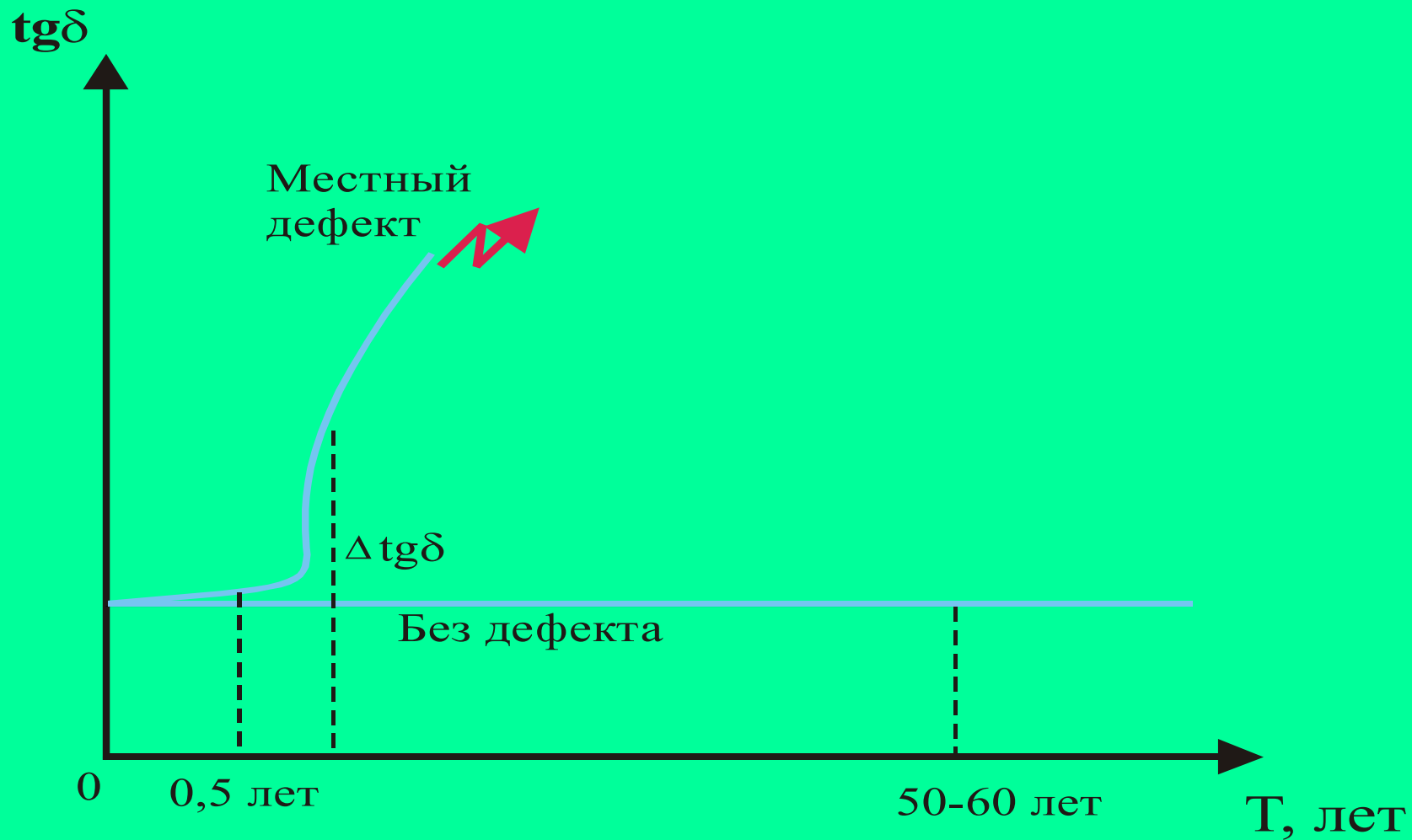
**Развитие дефекта ускорено одновременным
воздействием всех тепловыделяющих
факторов :**

- нагрев солнечным излучением;**
- нагрев окружающим воздухом ($T=+ 30^{\circ} \text{C}$);**
- максимальное рабочее напряжение - 210 кВ;**
- номинальный ток нагрузки - 1000 А.**

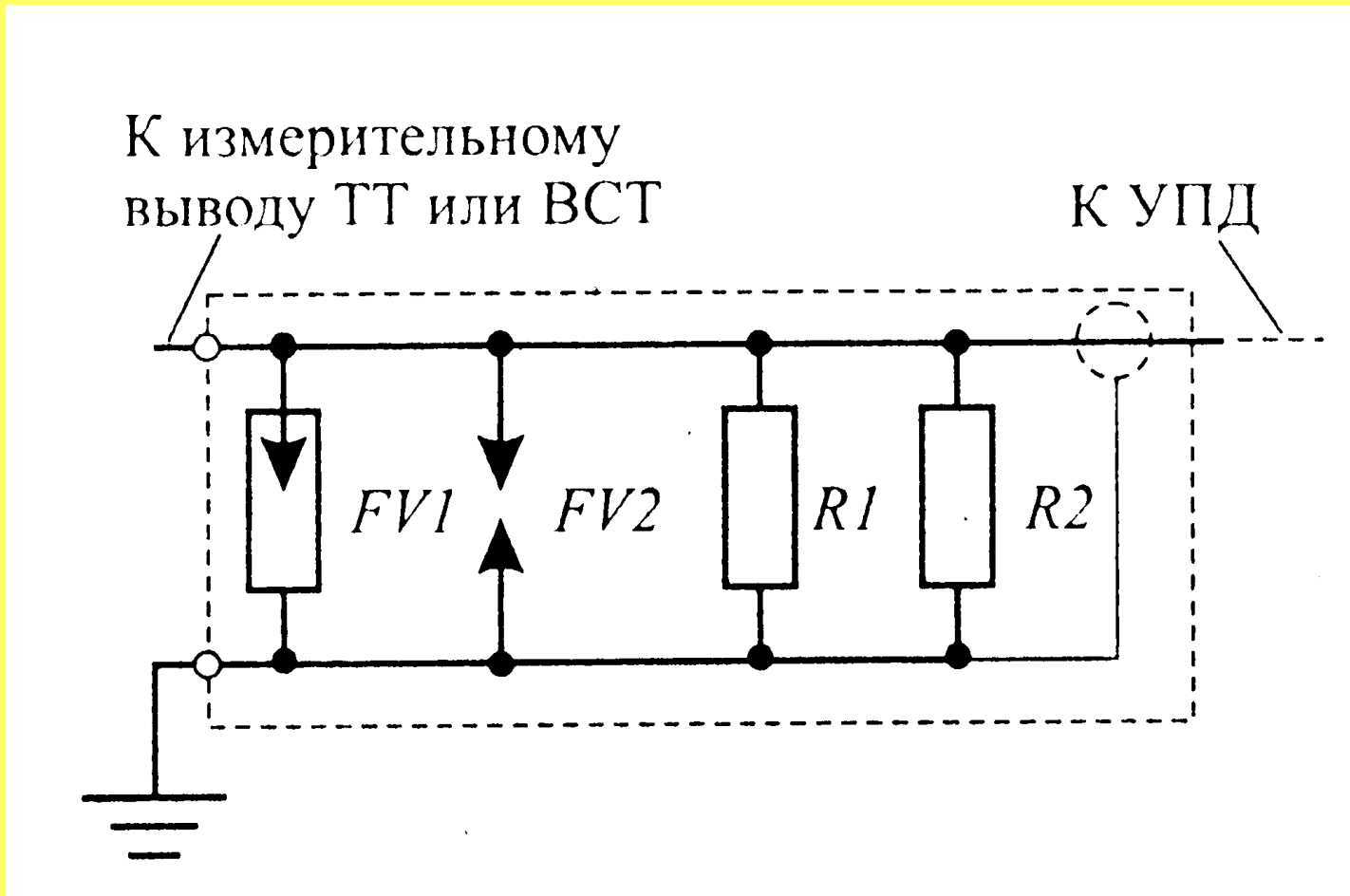
Зависимость $\text{tg}\delta$ от температуры



Зависимость $\operatorname{tg}\delta$ от времени



Защитное устройство ОРГРЭС

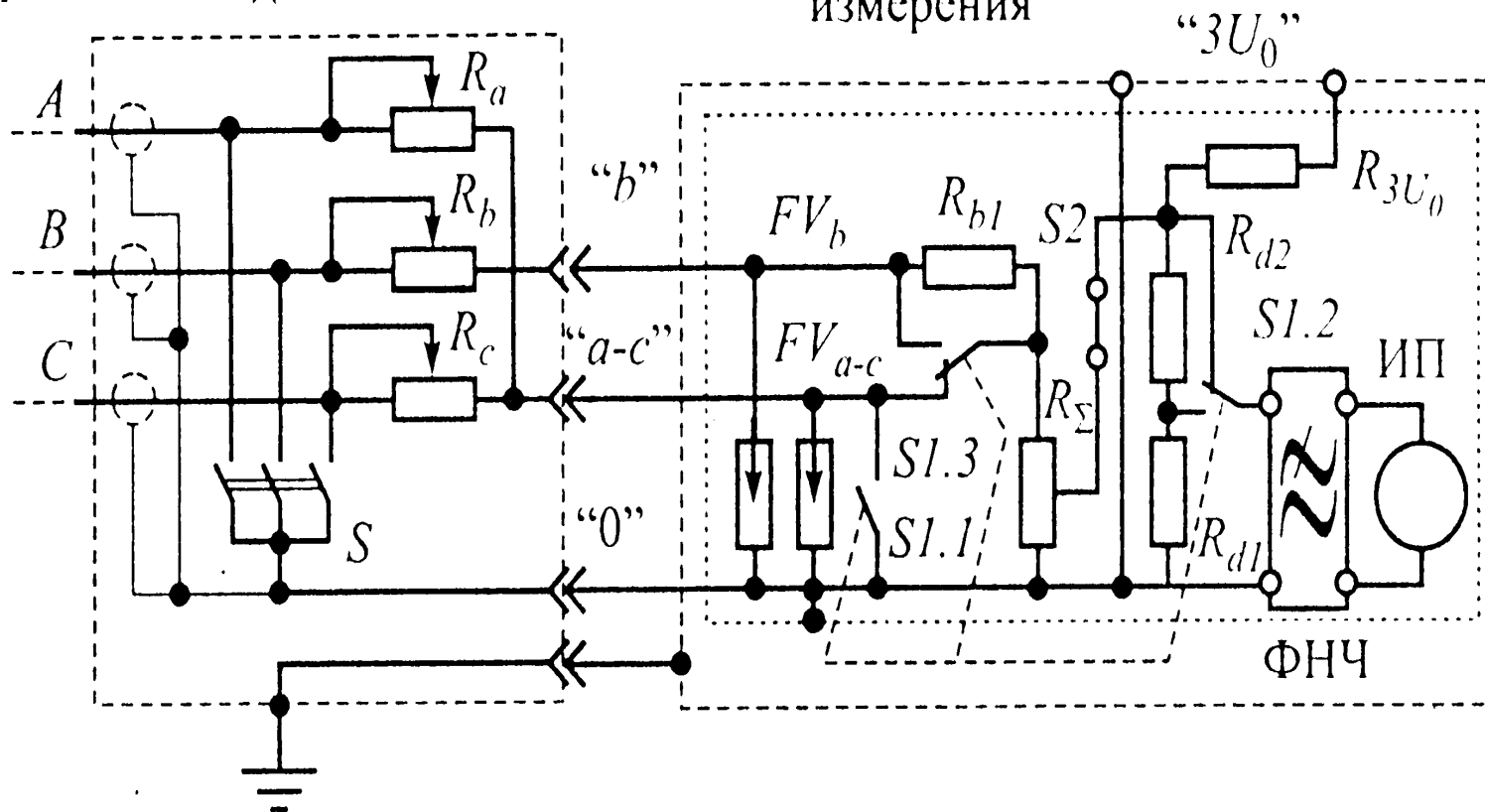


Устройство измерения для периодического балансирующего контроля.

К УПР
фазы ТТ

Устройство
подключения

Устройство
измерения



Принципиальная электрическая схема устройства присоединения объекта УПОШ.

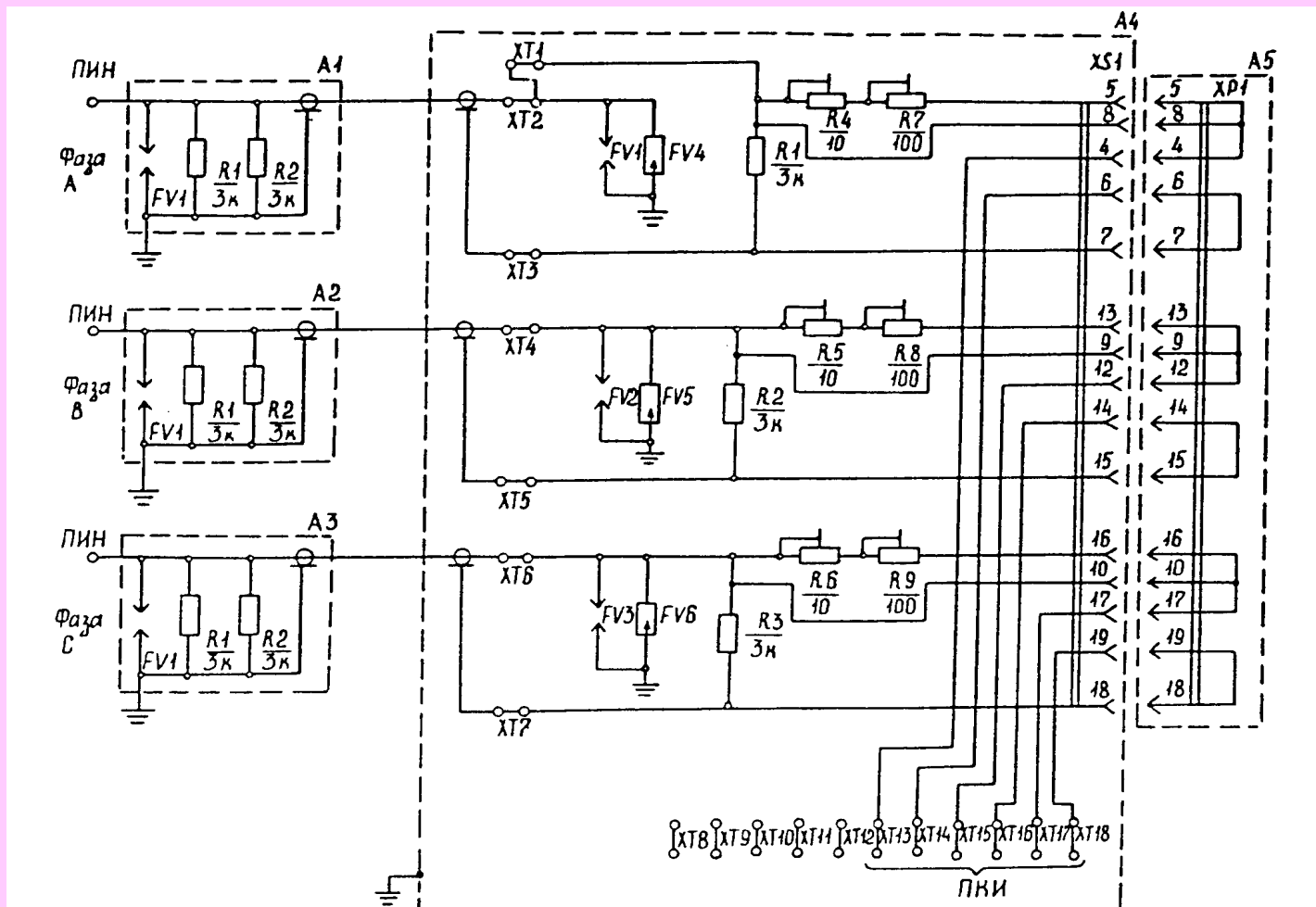


Схема УКИ-1Ф

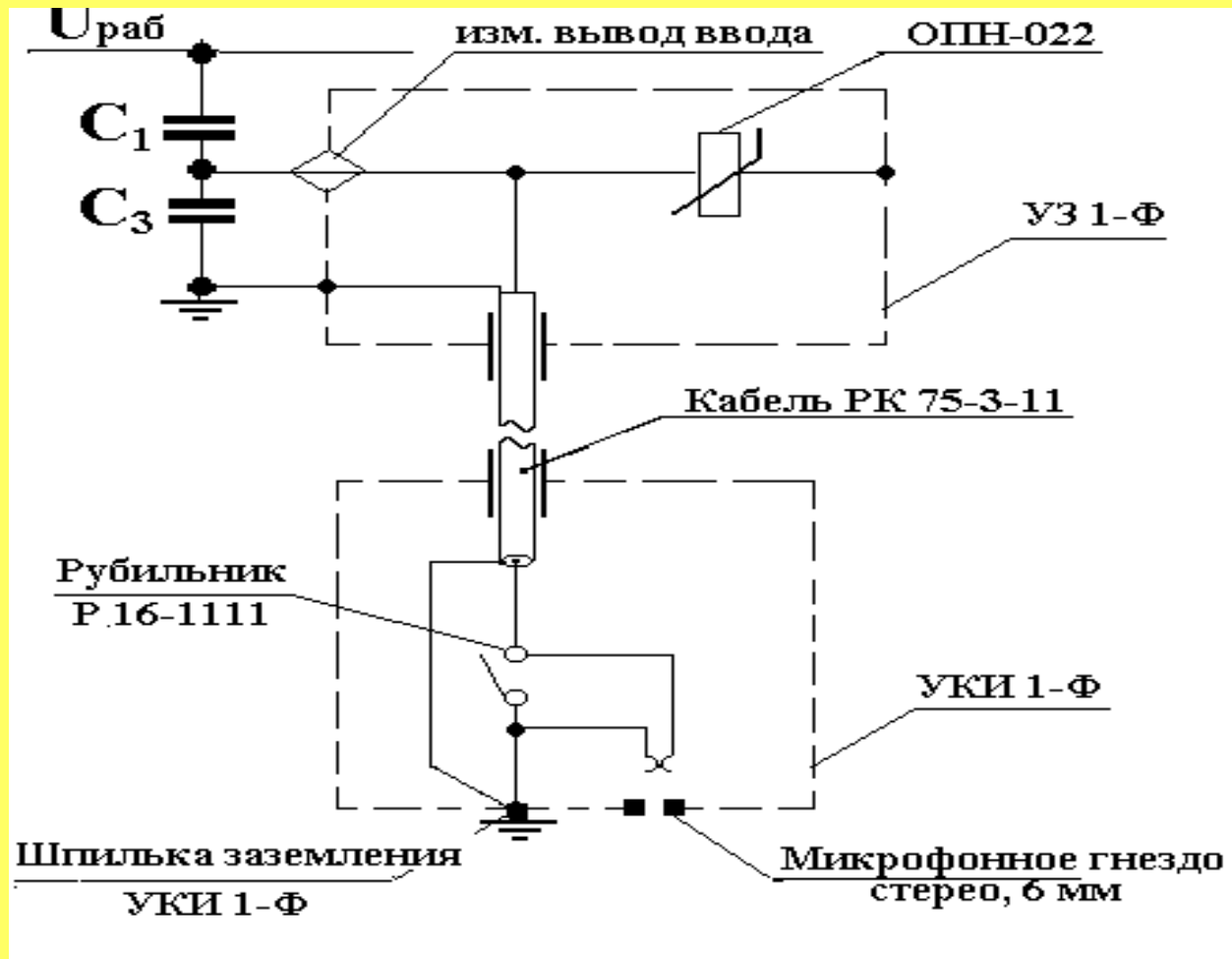
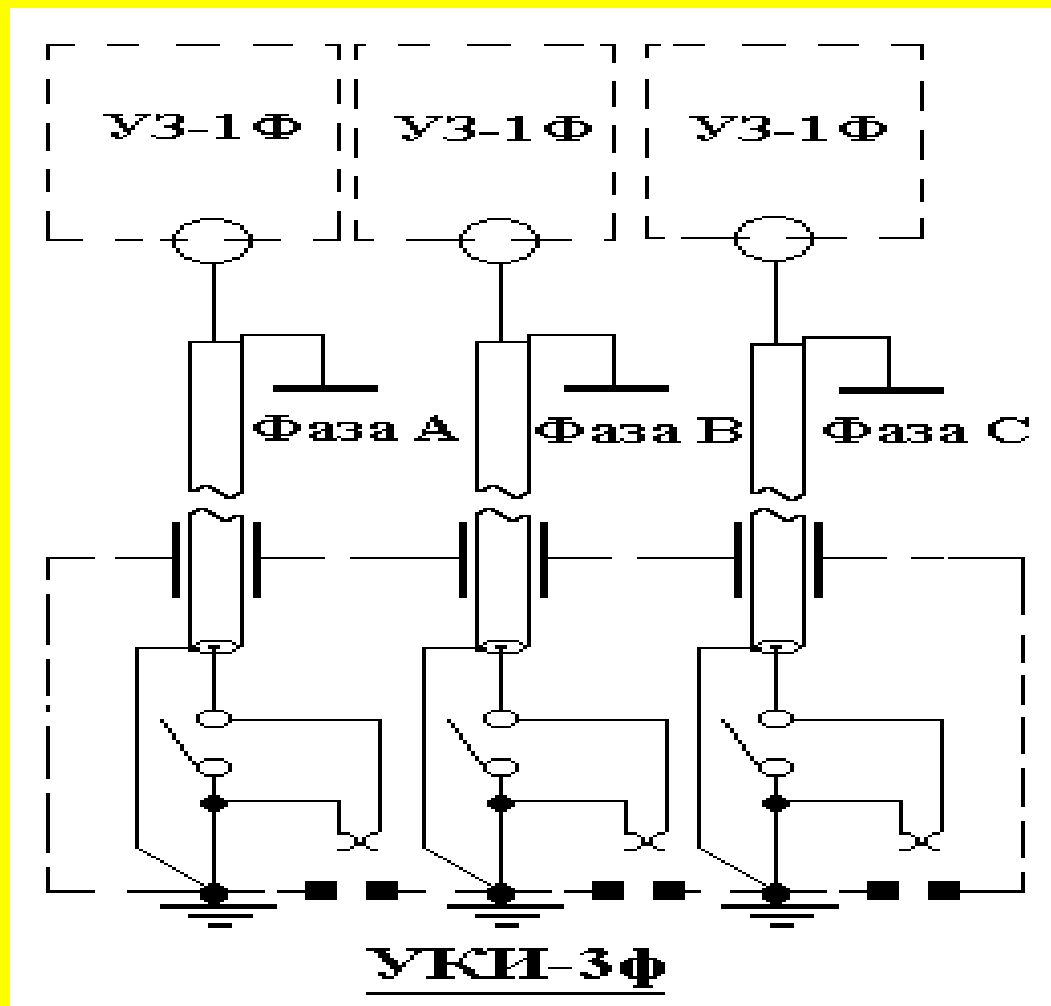
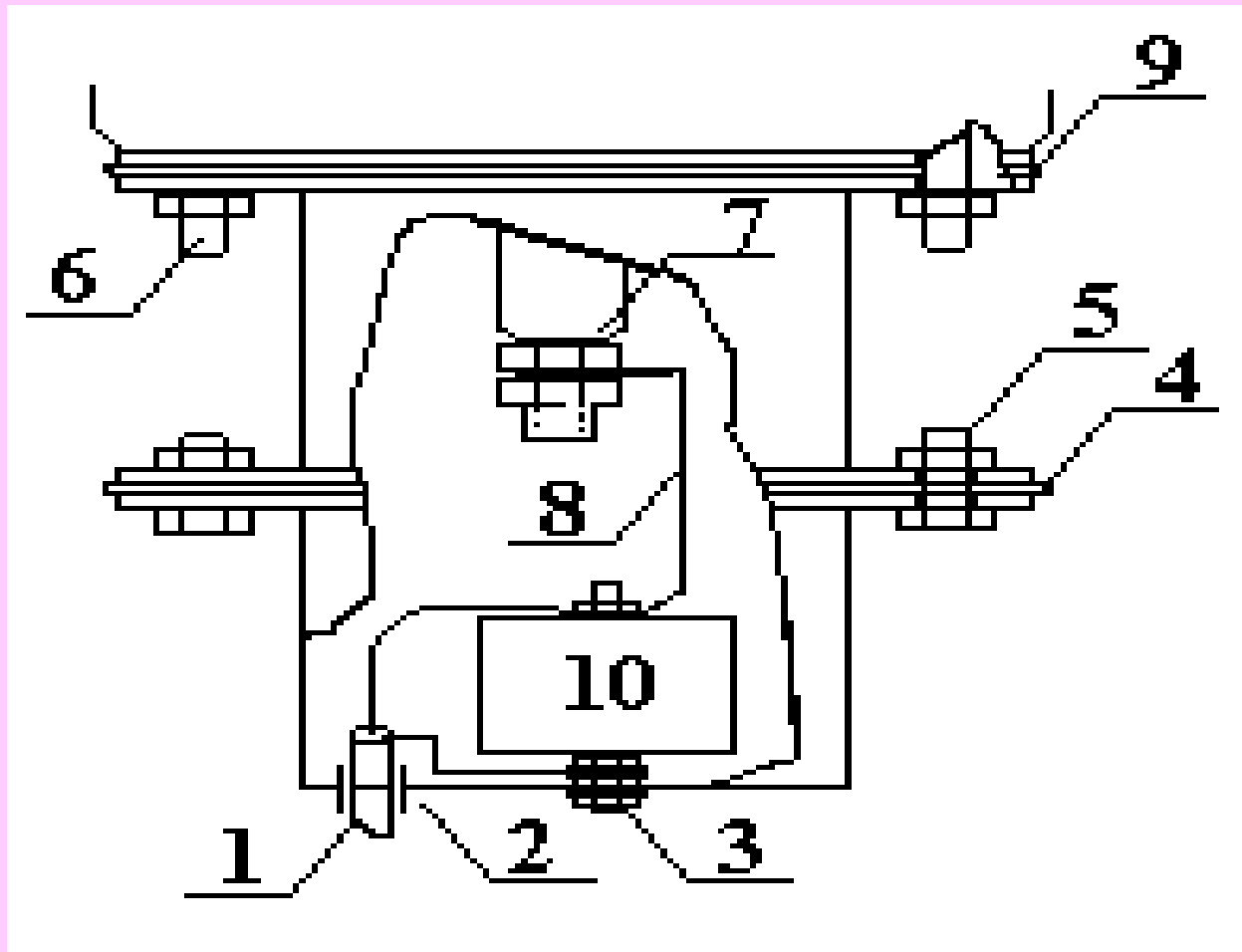


Схема УКИ-3Ф



Устройство защитное УЗ-1Ф



Защитное устройство УЗ-1Ф



Защитное устройство УЗ-1Ф в сборе



Устройство присоединения схемы измерений



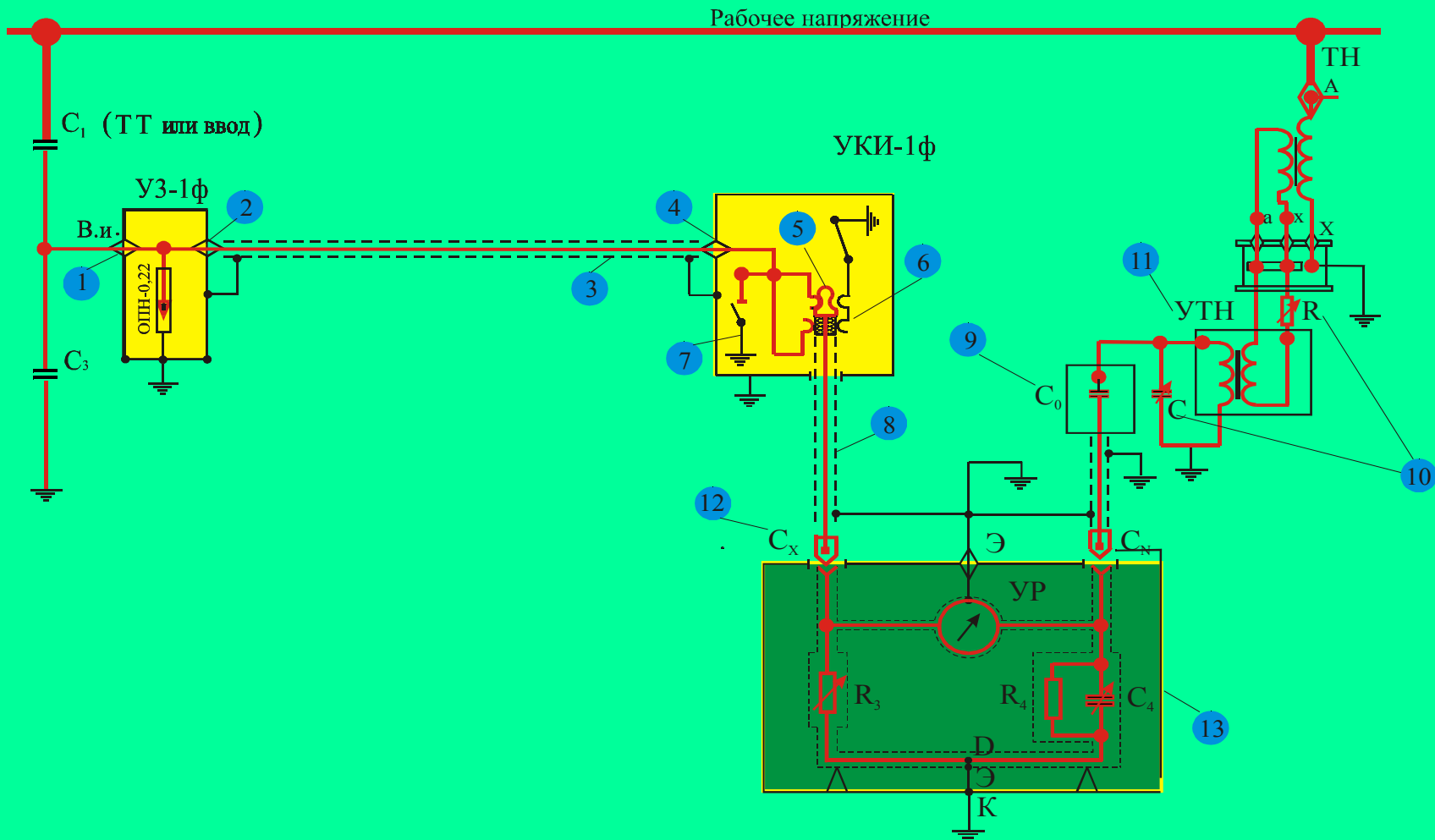
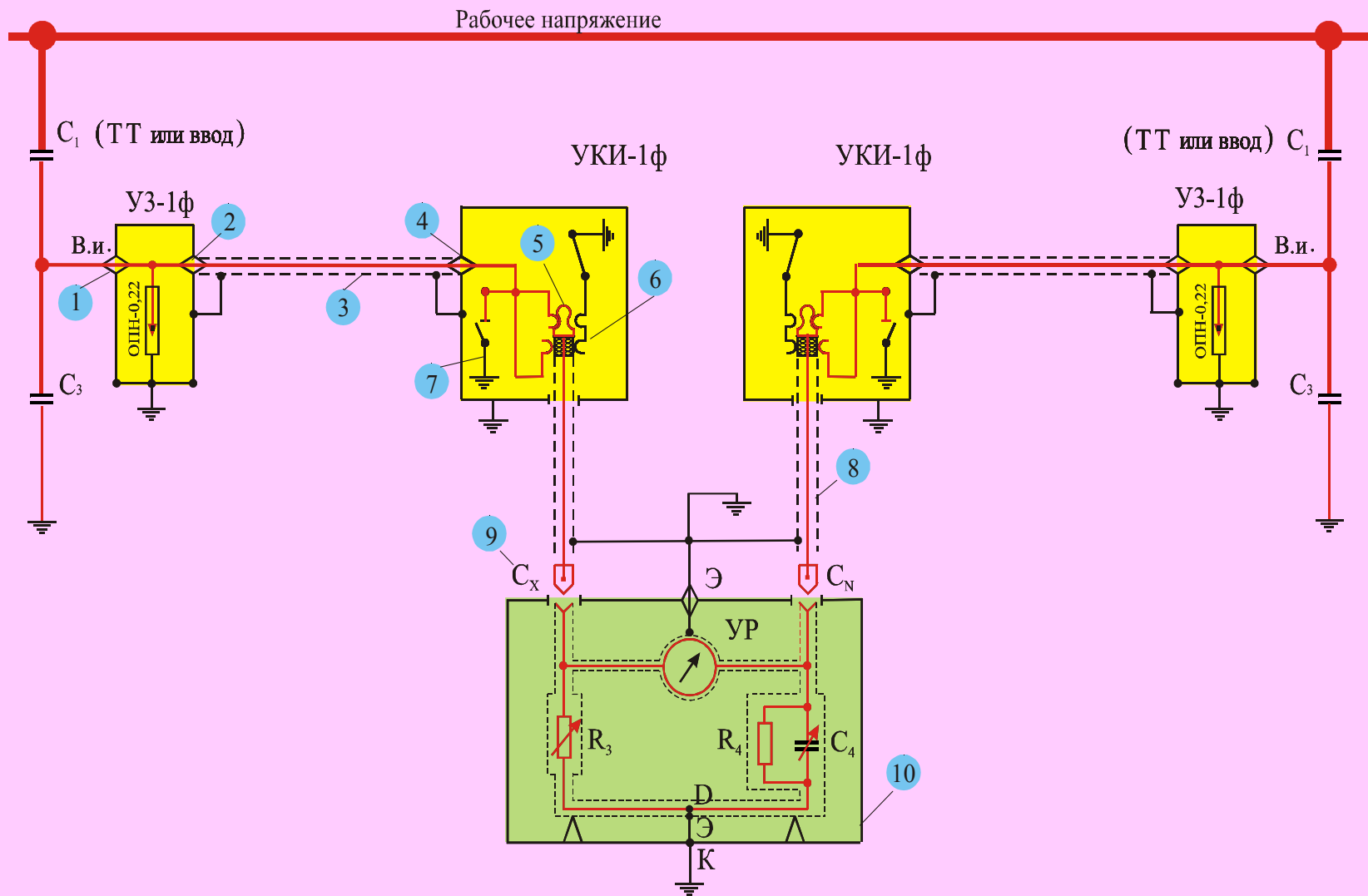


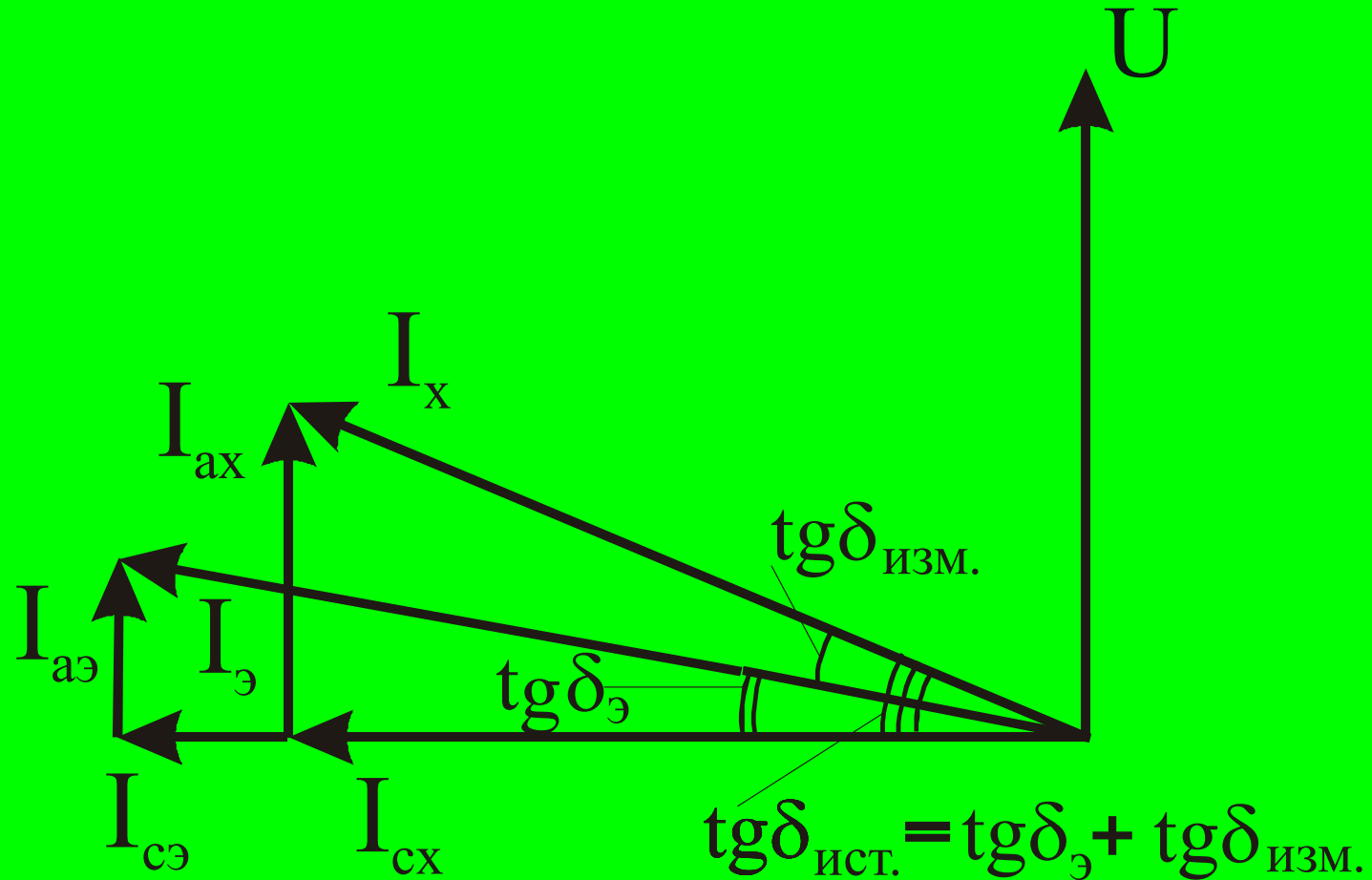
Рис.5.Схема измерения $\text{tg}\delta$ под рабочим напряжением с использованием в качестве эталона системы: “рабочий ТН-фазосдвигающая цепочка С и R-УТН-эталонный конденсатор 10 кВ” (Союзтехэнерго).

- 1-измерительный вывод ТТ (или ввода); 2-гермоввод в УЗ-1ф; 3-экранированный провод (жила-2,5 мм², медь многопроволочная); 4-гермоввод в УКИ-1ф; 5-штекер; 6-стереогнездо; 7-рубильник однополюсный; 8-удлинитель проводника измерительного моста; 9-эталонный конденсатор; 10-фазовращающие элементы; 11-разделительный трансформатор; 12- C_x , Θ и C_n -клеммы измерительного моста; 13-измерительный мост.

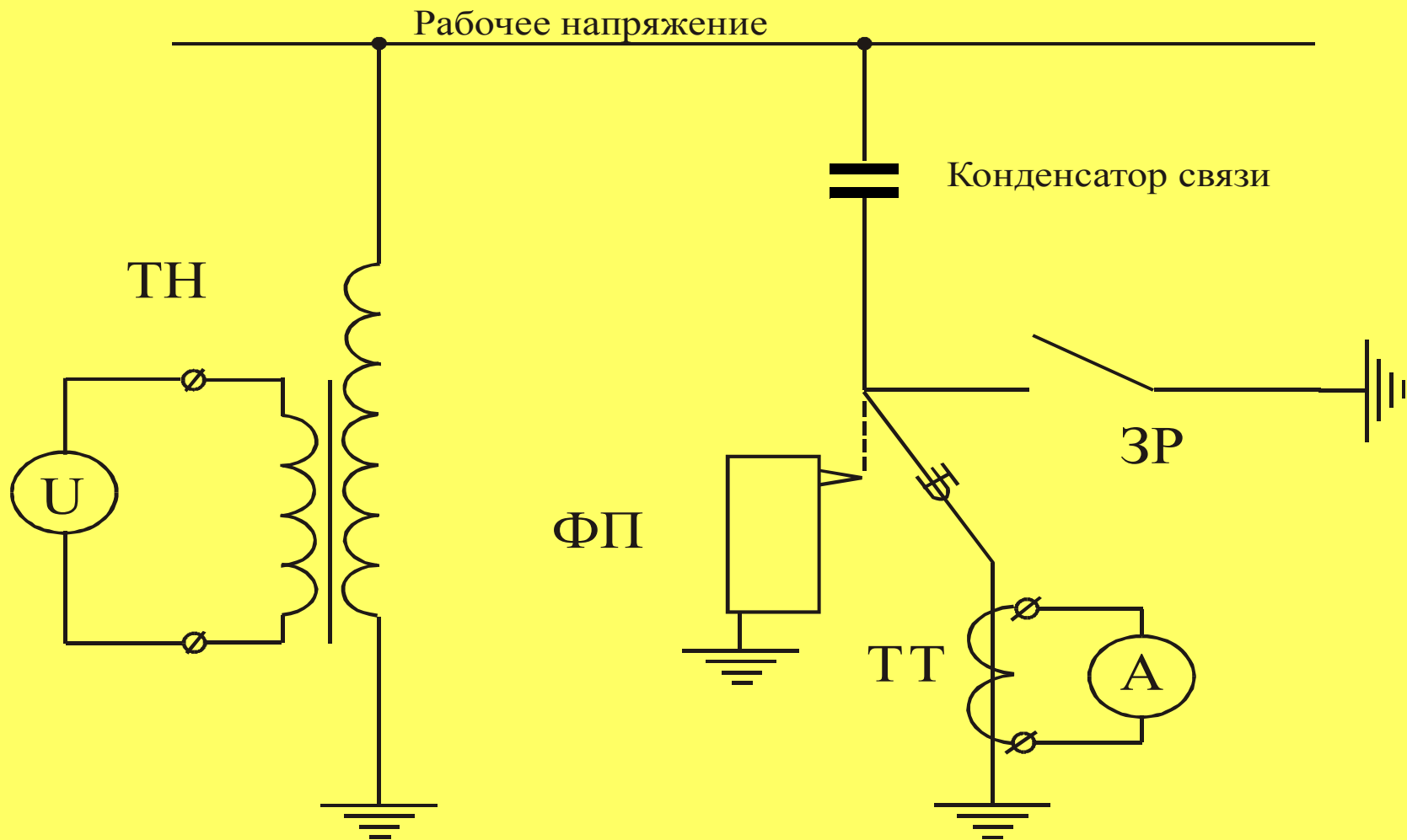


- 1-измерительный вывод ТТ (или ввода); 2-гермоввод в УЗ-1ф; 3-экранированный провод (жила-2,5 мм², медь многопроволочная); 4-гермоввод в УКИ-1ф; 5-штекер; 6-стереогнездо; 7-рубильник однополюсный; 8-удлинитель проводника измерительного моста; 9-C_x, Э и C_n-клеммы измерительного моста; 10- измерительный мост.

Расчёт $\operatorname{tg}\delta$ по результатам измерений с использованием в качестве эталона однотипного объекта



Измерение ёмкости



Сопоставление требований таблиц Норм по диагностике трансформаторов тока

№ п/п	Таблица		7.2	7.3	7.4	
	Аппарат	U _{РАБ}	tgδ	Δ tgδ	Периодичность	
1	ТТ ТФУМ	330	1,2	1,5	0<tgδ<0,5% 0,5<tgδ<1,5%	6 месяцев 3 месяца
2	ТТ ТФРМ	330- 500	1,0	1,5	0<tgδ<0,5% 0,5<tgδ<1,5%	6 месяцев 3 месяца
3	ТТ ТФРМ	330- 500	1,0	1,0	0<tgδ<0,5% 0,5<tgδ<1,0%	6 месяцев 3 месяца

Сопоставление требований таблиц Норм по диагностике вводов

№ п/ п	Таблица		23.1	23.2	23.3	
	Аппарат	U _{РАБ}	tgδ	Δ tgδ	Периодичность	
1	ввод	110- 150	1,5	2,0	0<tgδ<0,5% 0,5<tgδ<2,0%	12 месяцев 6 месяцев
2	ввод	220	1,2	1,5	0<tgδ<0,5% 0,5<tgδ<1,5%	6 месяцев 3 месяца
3	ввод	330- 750	1,0	1,0	0<tgδ<0,5% 0,5<tgδ<1,0%	6 месяцев 3 месяца

Результаты измерений герметичных вводов трансформатора 110 кВ с использованием различных эталонов

Зав.№ ввода	Изм. пара- метр	Зав. данные	Эталон КОВГ- 150	Эталон КС	Эталон ввод
С-41132	tgδ,%	0,54	0,54	0,52	0,56
	С , пФ	242,6	243	246	244
С-41074	tgδ,%	0,51	0,50	0,53	0,52
	С , пФ	253,2	255	259	260
С-41009	tgδ,%	0,59	0,51	0,53	0,52
	С , пФ	248,1	247	249	249

Сравнительные измерения $\text{tg}\delta$ и емкости ТТ типа ТФУМ-330 с использованием различных ЭТАЛОНОВ

Зав. № ТТ	Изме- ряемый параме- тр	$U_{\text{исп}} =$ 10 кВ	$U_{\text{исп}} =$ 210 кВ	$U_{\text{исп}} =$ 210 кВ	$U_{\text{исп}} =$ 210 кВ	$U_{\text{раб}} =$ 200 кВ
		Эталон				
		MSF-600	MSF-600	КС	ТТ	ТТ
1588	$\text{tg}\delta$, %	0,26	0,27	0,30	0,30	0,28
	С, пФ	728,3	728,5	728,0	728,0	727,5
1118	$\text{tg}\delta$, %	1,14	1,09	1,10	1,15	1,16
	С, пФ	684,5	685,0	684,0	685,0	684,7
1133	$\text{tg}\delta$, %	1,16	1,20	1,15	1,20	1,10
	С, пФ	651,0	651,8	650,0	652,0	653,0

Дата изме рен.	№ тр- ра	1Т	2Т	3Т	4Т	5Т	6Т
	Зав №	Ч- 33809	Т- 36844	97581	Т- 59565	Т- 70476	Т- 75058
	$tg\delta_1$ зав.	0,48	0,36	0,50	0,40	0,39	0,42
18.1 0200	$tg\delta_1$	0,62	-	0,50	0,41	0,45	0,43
12.07 2001	$tg\delta_1$	0,59	-	0,50	0,41	0,49	-
25.10 2001	$tg\delta_1$	0,62	0,53	0,50	0,41	0,47	0,57
16.01 2002	$\Delta tg\delta$	-	(Э)	-	-0,13 (2Т*)		
	$tg\delta_1$	-	(Э)	-	0,40 (2Т*)	-	-
Р-т 4-го изме рен.	$tg\delta_1$	-	0,53	-	0,40	-	-
Откл. от завод ск.	$\Delta tg\delta$	+0,14	+0,17	0	0	+0,08	+0,15

Дата	№ тр-ра	1Т	2Т	3Т	4Т	5Т	6Т
	Зав. №	Ч- 33809	Т-36844	97581	Т-59565	Т- 70476	Т- 75058
	С ₁ зав.п	650	646,2	651	650	660	645
18.10. 2000	С ₁ , пФ	654,5	-	662,3	650	680,5	670,2
12.07. 2001	С ₁ , пФ	656,4	-	663,7	650	673,5	-
27.10. 2001	С ₁ , пФ	656,6	665,9	663,7	650,6	673	662,2
16.01. 2002	R ₃ , Ом	-	(Э)	-	325,5 (2Т)	-	-
	С ₁ , пФ	-	(Э)	-	651,2 (2Т)	-	-
Р-т 4-го Изм.	С ₁ , пФ	-	665,9	-	651,2	-	-
Откл. от завод.	ΔС ₁ , пФ	+6,6	+21,7	+12,7	+1,2	+13	+17,2
	ΔС ₁ , %	+1,0	+3,36	+1,95	+0,19	+1,97	+2,67