

1. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Целью контрольной работы является применение знания основных положений главных разделов дисциплины «Метрология и радиоизмерения» для решения конкретных измерительных задач. Задачи охватывают 7 наиболее важных разделов дисциплины, для их решения требуется предварительное изучение этих разделов.

Главным содержанием задач 3, 6 и 7 является физически и математически обоснованный вывод расчетных формул для последующего численного решения. Задачи 2 и 8 требуют графического решения, причем в задаче 8 в ряде случаев может быть получен точный результат. Вычислительная часть решения задач занимает сравнительно небольшой объем. Важным является правильное использование в расчетах единиц измерения физических величин.

Имеется 25 вариантов задач. В качестве номера варианта задания, выполняемого студентом, используется его порядковый номер в списке студентов, составленном деканатом в начале семестра, в котором изучается дисциплина «Метрология и радиоизмерения».

Список литературы, содержащий подлежащие изучению материалы, приведен на с.127.

Задача № 1

Имеются результаты 6 измерений некоторой физической величины, приведенные в таблице без указания размерности. Провести обработку результатов измерения, т.е. определить следующие значения.

1. Среднее значение результатов измерений.
2. Отклонения результатов измерений от среднего значения.
3. Среднеквадратическое значение отклонения результата отдельного измерения от среднего значения.
4. Максимальное значение погрешности, принятое для нормального закона распределения.
5. Установить, подчиняется ли данный ряд измерений нормальному закону распределения и не содержат ли результаты измерений грубых ошибок – промахов. Если имеют место промахи, то эти результаты следует исключить и вновь провести обработку оставшихся результатов по пунктам 1 – 4.
6. Среднеквадратическое значение отклонения группы результатов измерений от среднего значения.
7. Пользуясь законом распределения Стюдента, записать вероятный результат измерений и значение сопровождающей его случайной погрешности при доверительных вероятностях 0,997, 0,95 и 0,9. Объяснить, почему различным доверительным вероятностям соответствуют различные величины случайной погрешности и как использовать полученные результаты на практике. Как уменьшить величину случайной погрешности при заданной доверительной вероятности?

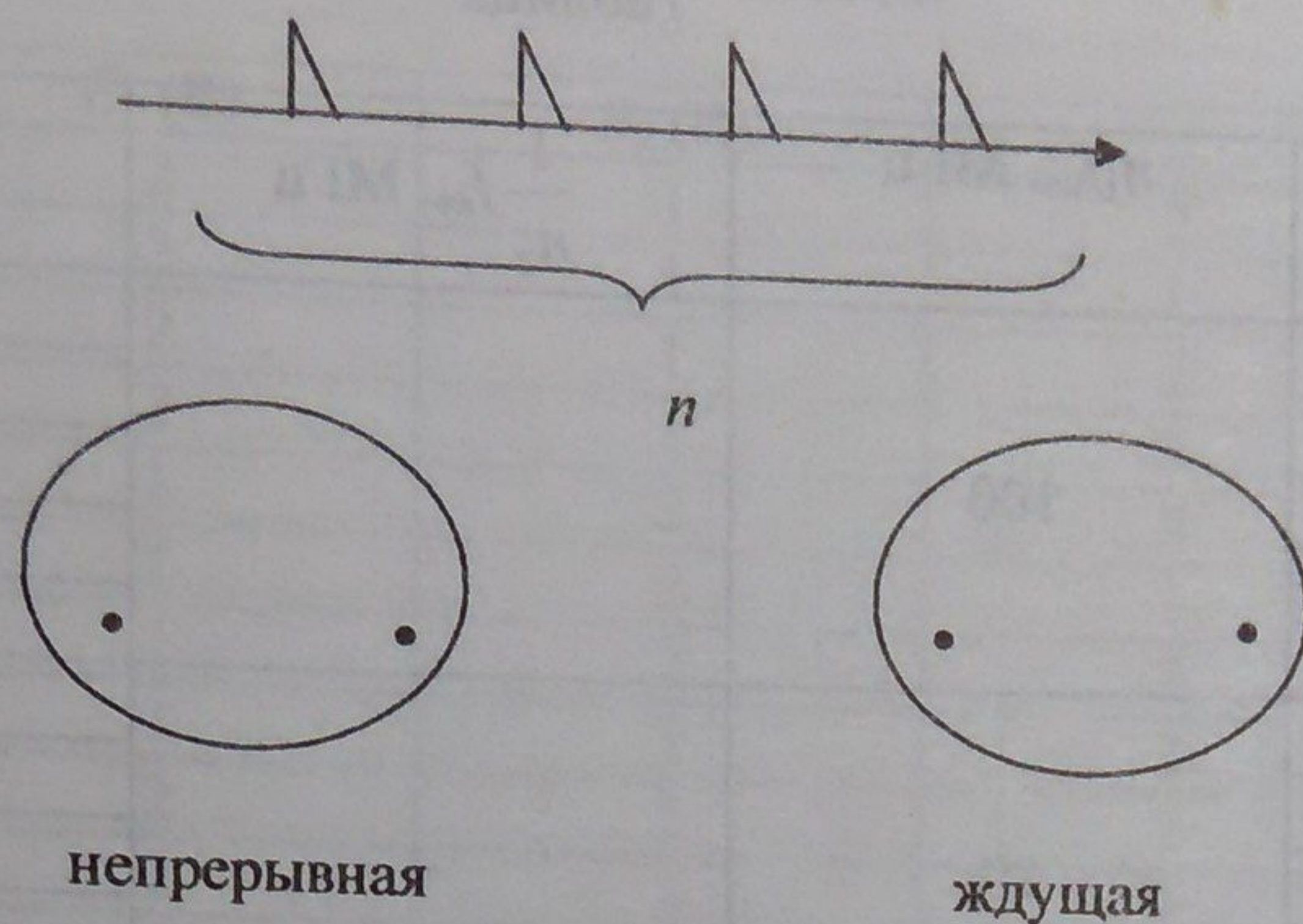
Таблица

№измерения №варианта	1	2	3	4	5	6
1	0,96	0,88	0,85	0,84	0,82	0,78
2	0,94	0,88	0,85	0,84	0,82	0,78
3	0,94	0,96	0,88	0,85	0,84	0,82
4	0,94	0,91	0,88	0,85	0,84	0,78
5	0,94	0,91	0,96	0,85	0,84	0,78
6	0,94	0,91	0,96	0,88	0,84	0,82
7	0,91	0,88	0,85	0,84	0,82	0,78
8	0,94	0,96	0,85	0,84	0,82	0,78
9	0,94	0,91	0,85	0,84	0,82	0,78
10	0,94	0,91	0,88	0,85	0,84	0,82
11	0,94	0,91	0,96	0,85	0,84	0,82
12	0,91	0,96	0,85	0,84	0,82	0,78
13	0,94	0,96	0,88	0,84	0,82	0,78
14	0,94	0,91	0,96	0,84	0,82	0,78
15	0,94	0,91	0,96	0,88	0,82	0,78
16	0,91	0,96	0,88	0,84	0,82	0,78
17	0,94	0,96	0,88	0,85	0,82	0,78
18	0,94	0,91	0,88	0,84	0,82	0,78
19	0,94	0,91	0,96	0,85	0,82	0,78
20	0,94	0,91	0,96	0,88	0,84	0,78
21	0,91	0,96	0,88	0,85	0,82	0,78
22	0,94	0,96	0,88	0,85	0,84	0,78
23	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,78
24	0,91	0,96	0,88	0,85	0,84	0,82
25	0,91	0,96	0,88	0,85	0,84	0,78

Задача № 2

Изобразить осциллограммы периодической последовательности коротких импульсов при заданных размерах линейной непрерывной и ждущей развертки на экране осциллографа. Показать, каким точкам последовательности импульсов соответствуют точки начала и конца развертки, соединив их пунктирными (или показанными другим цветом точками и т.п.) линиями. При этом на экран при непрерывной развертке должны попасть все импульсы последовательности, при ждущей развертке достаточно показать связи с 3 – 4 импульсами.

Число импульсов n и кратность k периодов развертки T_p периодам последовательности импульсов T_n ($T_p = kT_n$) заданы в таблице.



Таблица

№варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>n</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	10	11
<i>κ</i>	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
№варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<i>n</i>	10	11	12	11	12	13	14	13	14	15	15	16	
<i>κ</i>	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	7	

Задача № 3

Электронно-счетный частотомер имеет режим измерения частоты и режим измерения периода, причем в последнем режиме в нем используется как умножение частоты кварцевого генератора $f_{кв}$, так и деление частоты.

Вывести расчетную формулу и определить граничную частоту $f_{гр}$, до которой следует измерять период, а после которой следует измерять частоту для получения минимальной погрешности измерения.

Заданы время измерения частоты T_n и частота следования счетных импульсов при измерении периода $n_1 f_{кв}$ или $\frac{1}{n_2} f_{кв}$, где n_1 – коэффициент умножения частоты, n_2 – коэффициент деления частоты.

Разрешающая способность измерения по числу импульсов – 1, какова она на граничной частоте при измерении частоты (Δf) и какова она при измерении периода ($\Delta \tau$)?

Таблица

№ варианта	$n_1 f_{кв}, \text{ МГц}$	$\frac{1}{n_2} f_{кв}, \text{ МГц}$	$T_{из}, \text{ с}$
1	100	-	10
2			1
3			0,1
4			0,01
5			0,001
6	10	-	10
7			1
8			0,1
9			0,01
10			0,001
11	-	1	10
12			1
13			0,1
14			0,01
15			0,001
16	-	0,1	10
17			1
18			0,1
19			0,01
20			0,001
21	-	0,01	10
22			1
23			0,1
24			0,01
25			0,001

Задача №4

На входы электронно-счетного частотомера, аналогового счетчика импульсов – конденсаторного частотомера, резонансного и гетеродинного частотомера подано напряжение сложной формы

$$U(t) = E_1 \sin n\omega_1 t + E_2 \sin^3 m\omega_1 t,$$

где E_1 и E_2 – амплитуды составляющих напряжения,
 $\omega_1 = 2\pi f_1$, $f_1 = 10^5$ Гц. Значения E_1, E_2, n и m приведены ниже в таблице.
 Определить показания частотомеров.

Таблица

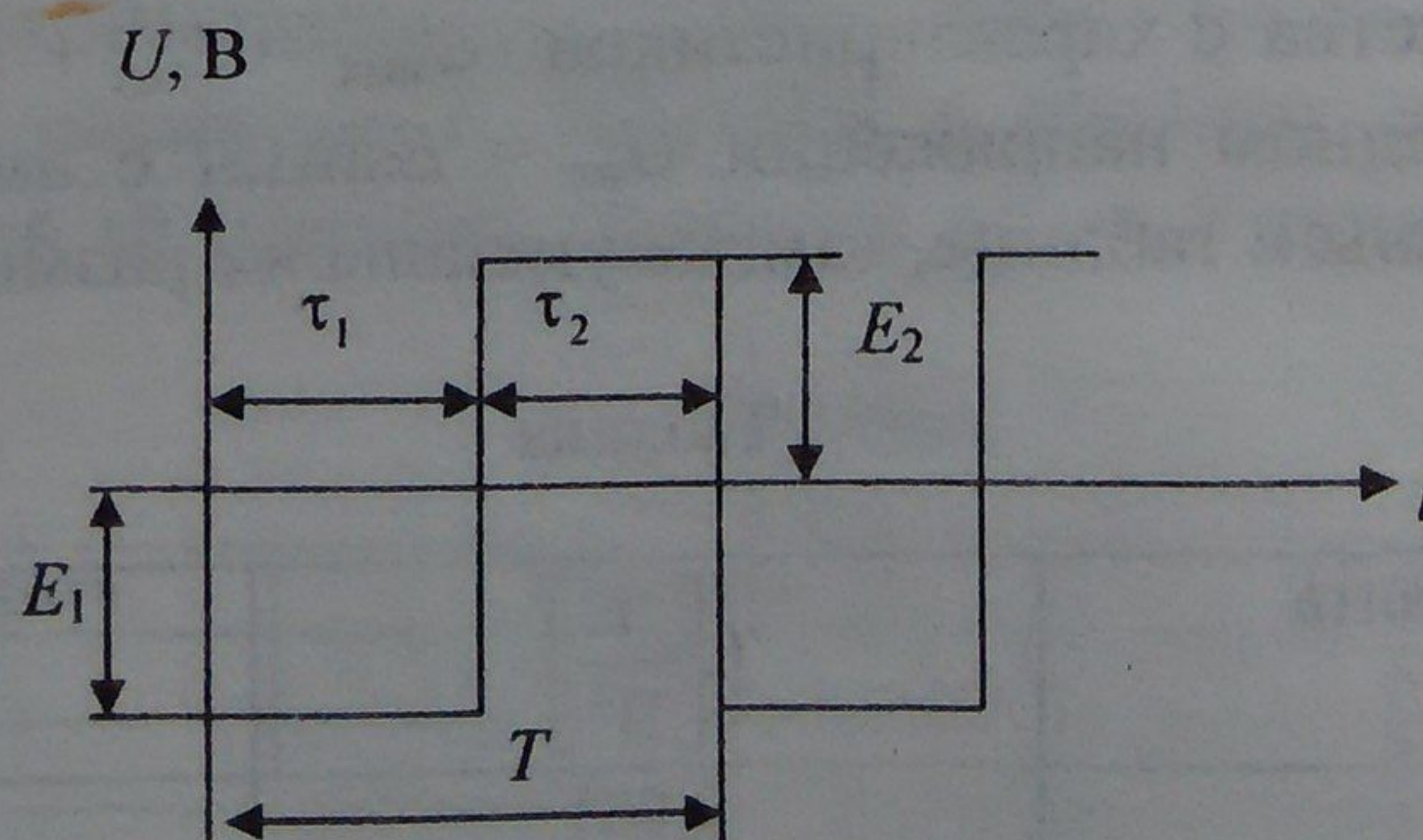
№п/п	E_1 (В)	E_2 (В)	n	m
1	1	3	2	1
2	1	3	1	2
3	1	3	2	3
4	1	3	3	2

Окончание таблицы

№п/п	E_1 (В)	E_2 (В)	n	m
5	2	1	2	1
6	2	1	1	2
7	2	1	2	3
8	2	1	3	2
9	1	2	2	1
10	1	2	1	2
11	1	2	2	3
12	1	2	3	2
13	2	2	2	1
14	2	2	1	2
15	2	2	2	3
16	2	2	3	2
17	3	1	2	1
18	3	1	1	2
19	3	1	2	3
20	3	1	3	2
21	4	1	2	1
22	4	1	1	2
23	4	1	2	3
24	4	1	3	2
25	1	4	3	2

Задача № 5

Найти показания в вольтах пяти вольтметров: вольтметра постоянного напряжения подгруппы В2, трех вольтметров переменного напряжения подгруппы В3 - средневыпрямленных, среднеквадратических и амплитудных значений, а также импульсного вольтметра подгруппы В4 при подаче на них периодического напряжения прямоугольной формы с параметрами, приведенными в таблице.



Таблица

№ п/п	τ_1	τ_2	T	E_1 (В)	E_2 (В)
1	τ	4τ	5τ	-1	+4
2	4τ	τ	5τ	-4	+1
3	4τ	τ	5τ	+4	-1
4	2τ	3τ	5τ	-2	+3
5	3τ	2τ	5τ	-3	+2
6	2τ	3τ	5τ	+2	-3
7	3τ	2τ	5τ	+4	-1
8	2τ	2τ	4τ	-2	+4
9	2τ	2τ	4τ	+2	-4
10	2τ	3τ	5τ	-1	+4
11	3τ	2τ	5τ	-4	+1
12	2τ	3τ	5τ	+1	-4
13	τ	4τ	5τ	-3	+2
14	4τ	τ	5τ	-2	+3
15	τ	4τ	5τ	+3	-2
16	3τ	τ	4τ	+5	-3
17	τ	3τ	4τ	-3	+5
18	3τ	τ	4τ	-5	+3
19	τ	3τ	4τ	+3	-5
20	τ	4τ	5τ	-2	+3
21	4τ	τ	5τ	-3	+2
22	τ	4τ	5τ	+2	-3
23	3τ	τ	4τ	-3	+1
24	τ	3τ	4τ	-1	+3
25	3τ	τ	4τ	+3	-1

Задача № 6

Вывести расчетную формулу и вычислить (в процентах) результирующий коэффициент гармоник выходного напряжения нелинейного устройства с характеристикой $U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} + \alpha U_{\text{вх}}^2 + \beta U_{\text{вх}}^3$ при гармоническом входном напряжении $U_{\text{вх}} = E \sin \Omega t$ с амплитудой $E = 1\text{В}$. Значения α и β заданы в таблице, там же указаны их размерности.

Таблица

№ варианта	$\beta \left[\frac{1}{\text{В}^2} \right]$	$\alpha \left[\frac{1}{\text{В}} \right]$
1	0,001	0,001
2	0,002	0,001
3	0,003	0,001
4	0,002	0,002
5	0,003	0,002

Окончание таблицы

№ варианта	$\beta \left[\frac{1}{B^2} \right]$	$\alpha \left[\frac{1}{B} \right]$
6	0,004	0,002
7	0,003	0,003
8	0,004	0,003
9	0,005	0,003
10	0,004	0,004
11	0,005	0,004
12	0,006	0,004
13	0,005	0,005
14	0,006	0,005
15	0,007	0,005
16	0,006	0,006
17	0,007	0,006
18	0,008	0,006
19	0,007	0,007
20	0,008	0,007
21	0,009	0,007
22	0,008	0,008
23	0,009	0,008
24	0,01	0,008
25	0,009	0,009
26	0,01	0,009
27	0,011	0,009

Задача № 7

Вывести формулу для скорости последовательного анализа спектра $j = \frac{\Delta f}{\tau_a} \left[\frac{\text{Гц}}{\text{с}} \right]$, где Δf - полоса частот обзора, τ_a - время измерения параметров спектра в этой полосе. Рассчитать, в какой полосе обзора можно измерить параметры спектра анализатором спектра типа СК4-56 при полосе анализа ΔF (Гц), скорости развертки V , заданной в секундах на деление, и длине развертки l , равной 10 делениям. Значения ΔF и V приведены в таблице.

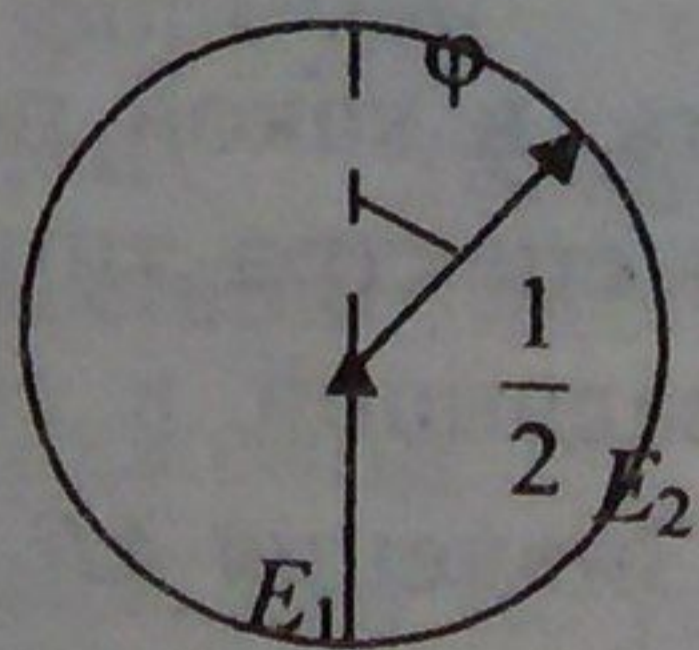
Таблица

№ варианта	V (с/дел)	ΔF (Гц)
1	50	3
2	5	3
3	1	3
4	0,5	3
5	0,2	3
6	50	10
7	5	10
8	1	10

№ варианта	V (с/дел)	ΔF (Гц)
9	0,5	10
10	0,2	10
11	5	30
12	1	30
13	0,5	30
14	0,2	30
15	0,1	30
16	1	100
17	0,5	100
18	0,2	100
19	0,1	100
20	0,05	100
21	0,2	300
22	0,1	300
23	0,05	300
24	0,01	300
25	0,005	300

Задача № 8

На отдельном листе в масштабе 1 см/вольт построить векторную диаграмму суммарно-разностного балансного фазового детектора при $E_2 = 2E_1$, т.е. сложении и вычитании напряжений с одинаковыми амплитудами, при сдвиге фаз φ , заданном в таблице, и определить по диаграмме выходное напряжение детектора $U_{\text{вых}}$. При построении взять E_1 и $\frac{1}{2}E_2$ равными 7 В, т.е. использовать длины векторов 7 см, чтобы масштаб для отсчета $U_{\text{вых}}$ был 1 В/см.



Таблица

№ варианта	φ , град	№ варианта	φ , град
1	0	14	195
2	15	15	210
3	30	16	225
4	45	17	240
5	50	18	255
6	75	19	270

Окончание таблицы

№ варианта	φ, град	№ варианта	φ, град
7	90	20	285
8	105	21	300
9	120	22	315
10	135	23	330
11	150	24	345
12	165	25	360
13	180	26	15

