
Группа R3241, ЭМ СУиР 2.1.1

К работе допущен _____

Студент Овчинников П.А, Румянцев А.А.,
Чебаненко Д.А.

Работа выполнена _____

Преподаватель Боярский К.К.

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.00

Изучение электрических сигналов с помощью лабораторного осциллографа

Цель работы: ознакомиться с устройством осциллографа, изучить с его помощью процессы в электрических цепях.

Задачи:

1. Изучить сложение взаимно перпендикулярных колебаний кратных частот
2. Изучить сложения однонаправленных колебаний мало отличающихся по частоте (биения)
3. Изучить сложение однонаправленных колебаний одинаковой частоты.

Объект исследования: электрические сигналы.

Метод экспериментального исследования: частотный анализ и замеры с помощью осциллографа.

Измерительные приборы:

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование</i>	<i>Тип прибора</i>	<i>Используемый диапазон</i>	<i>Погрешность прибора</i>
1	Осциллограф цифровой запоминающий GDS-71102B	измерительный	0..100 МГц	±3%

Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1):

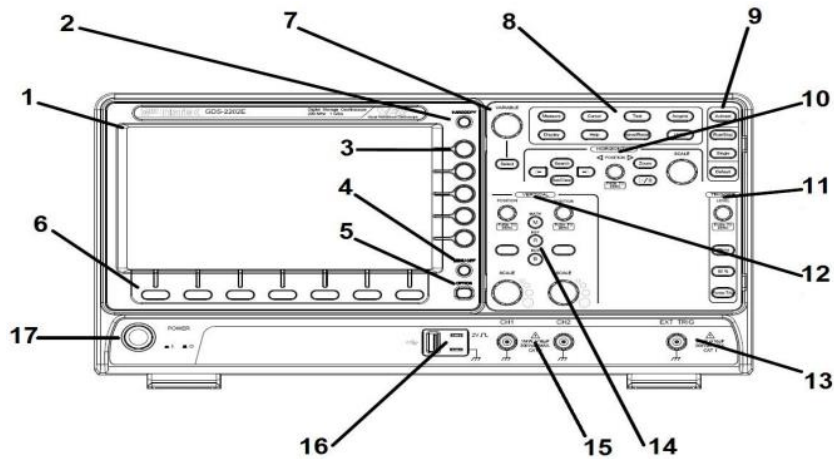


Рис.1 Схема рабочей панели осциллографа ОЦ3 GDS-71102В

- 1 – дисплей, 2 – кнопка сохранения, 3 – боковые кнопки меню, 4 – меню выкл., 5 – опции, 6 – нижние кнопки меню, 7 – регулировки и подтверждение заданных параметров, 8 - органы управления дополнительными возможностями, 9 – настройка отображения сигнала, 10 – горизонтальные регуляторы, 11 – система запуска, 12 – вертикальные регуляторы, 13 - входное гнездо источника внешней синхронизации, 14 – функциональные кнопки, 15 - входные разъемы, 16 – разъем USB HOST, 17 – вкл./выкл. электропитания.



Рис. 2 Схема рабочей панели генератора ГС АКІП-3409

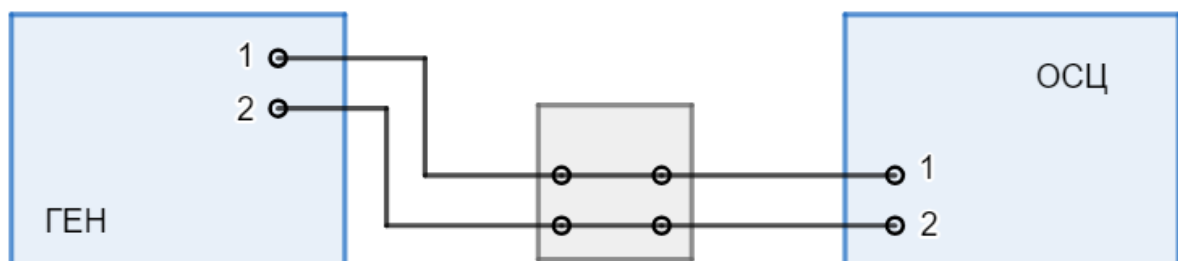


Рис. 3 Схема подключения

ГЕН — генератор ГС АКІП-3409, ОСЦ — осциллограф ОЦ3 GDS-71102В, посередине — стенд для соединения генератора и осциллографа

Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов):

Задание №3

На обоих каналах установлена частота 10 кГц с амплитудой в 3 В и нулевым смещением. Далее на одном из каналов была установлена фаза в 0°, а на другом — в 50°. Фото экрана генератора с параметрами сигналов на обоих каналах изображены ниже на рис. 4.



Рис. 4 Параметры сигналов на первом и втором каналах соответственно

Полученная разность фаз на генераторе частот — 50°, погрешность — 0.05°. Откроем окно развёртки через режим XY. Здесь имеем эллипс (представлен на рис. 5), по координатам которого мы можем вычислить разность теоретически.

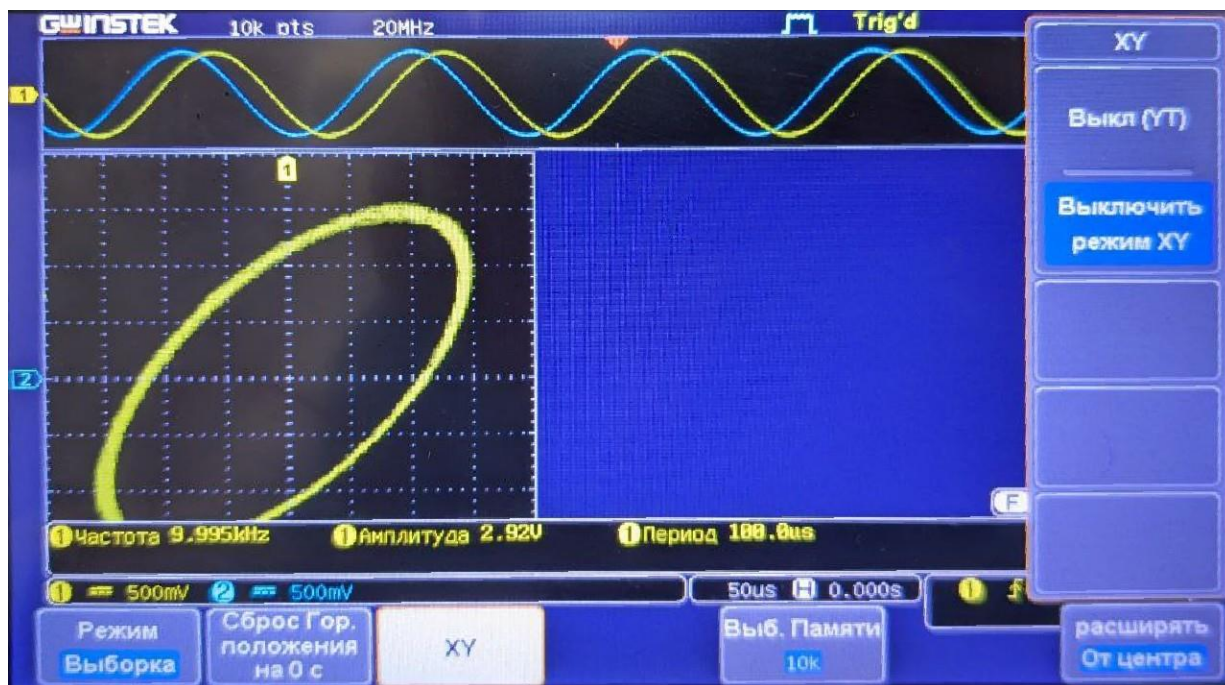


Рис. 5 Стандартная развёртка на осциллографе при заданных ранее величинах

Вычислим разность фаз α по формуле (25) теоретической выкладки к лабораторной работе:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{U_{Y1}}{U_{Y_{max}}}\right) = \arcsin\left(\frac{2.4}{3.1}\right) = 0.8854 \approx 50.732^\circ$$

Здесь U_{Y1} — напряжение, соответствующее точке пересечения фигуры Лиссажу с осью OY на развёртке, а $U_{Y_{max}}$ — напряжение, соответствующее максимальному значению фигуры на оси OY этой же развёртки. Мы можем подставлять вместо заданных переменных числа как с учётом цены деления в вольтах, так и сами значения на оси. Значение разности, вычисленное теоретически, приближается к установленному на генераторе значению.

Построим 3 фигуры Лиссажу с разностью фаз в 90° и соотношением частот 1:1, 1:2 и 1:3 (рис. 6):

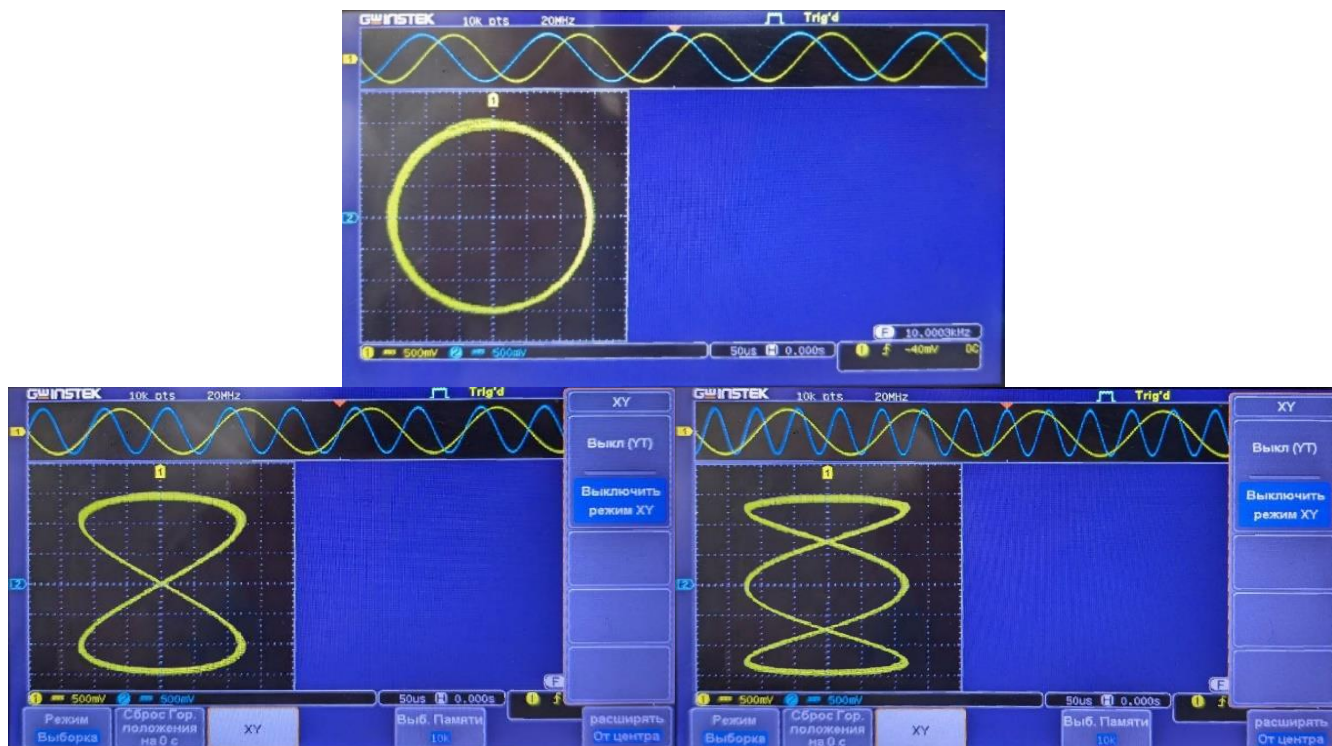


Рис. 6 Фигуры Лиссажу с разностью фаз в 90° и соотношением частот 1:1, 1:2 и 1:3 соответственно

Изменим значение частоты одного из каналов на 10.001 кГц на генераторе частот — наблюдаем медленное вращение фигуры Лиссажу в осциллографе, потому как такие колебания можно рассматривать как колебания с одинаковой частотой и медленно изменяющейся разностью фаз. Именно благодаря этому изменение фигуры Лиссажу выглядит как её вращение.

Задание №4

Подадим на каналы осциллографа два сигнала с амплитудой в 2 В, фазой в 0° и частотами в 1 кГц и 1.1 кГц — сигналы отличаются по частоте на 10%. Настроим осциллограф и зафиксируем изображение сигналов кнопкой «Однокр.» Сложим сигналы и получим картину биений.

Замерим с помощью курсора амплитуду сигнала в максимуме — получаем 3.92 В, а с помощью автоматических измерений выясним период биений — в итоге получаем 9.55 мс.

Выпишем формулу амплитуды гармонических колебаний с пульсирующей амплитудой из теоретической выкладки к лабораторной работе:

$$U_Y = 2U_0 \cos\left[\frac{\Delta\omega}{2}t\right] \cos(\omega t)$$

Отсюда нетрудно понять, что амплитуда биений в максимуме будет равна $2U_0$, где U_0 — установленная одинаковая амплитуда обоих сигналов. Следовательно, теоретически, амплитуда сигнала в максимуме должна быть равна $2U_0 = 4$ В.

Для расчёта периода биений T воспользуемся формулой:

$$T = \frac{1}{\omega_1 - \omega_2}$$

Здесь подставим вместо ω_1 и ω_2 частоты второго и первого сигналов в 1.1 кГц и 1 кГц соответственно и получим период в 10 мс.

Заметим, что теоретически рассчитанные значения отличаются от тех, что мы замерили ранее. Это связано с ненадёжностью контактных соединений на стенде, изношенностью проводов, которые не всегда точно проводят сигнал, и внутренними погрешностями осциллографа как измерительного прибора.

Задание №5

Будем подавать на каналы сигналы одинаковой частоты с отличающимися на 10-30% амплитудами и отличающимися на 30-45° фазами — параметры сигналов для двух измерений показаны в таблице 1 ниже:

	Канал 1			Канал 2		
	Частота, кГц	Амплитуда, В	Фаза, °	Частота, кГц	Амплитуда, В	Фаза, °
Измерение №1	1	4	0	1	4.8	45
Измерение №2	1	4	0	1	5.2	30

Табл. 1. Параметры сигналов для двух измерений

На рисунке 7 отображены результаты сложения двух сигналов и амплитуды сложенных из двух каналов сигналов. Здесь амплитуда для первого измерения равна 8.16 В и для второго измерения — 8.96 В.

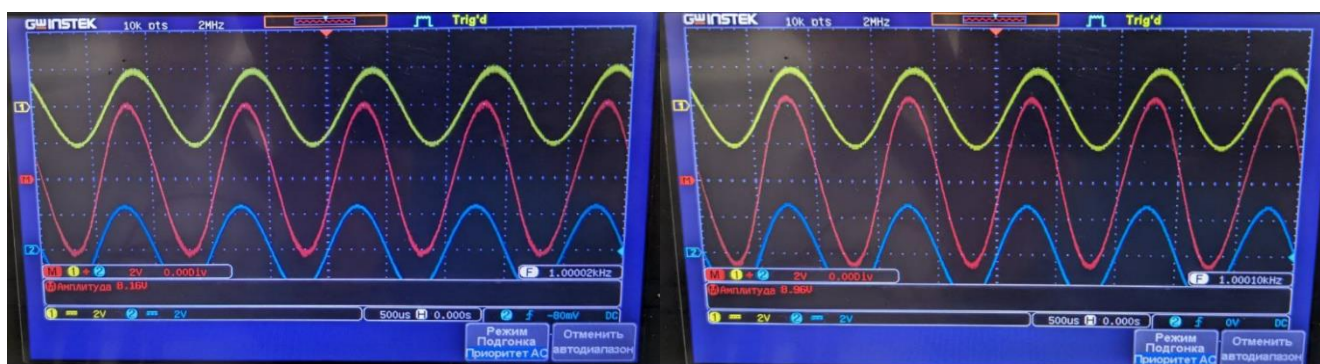


Рис. 7. Сложение сигналов из двух каналов и амплитуда полученного сигнала

Проведём расчёт амплитуды по формуле из теоретической выкладки к лабораторной работе: $\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1)}$, где U_1 , U_2 — амплитуды соответствующих сигналов с каналов и α_1 , α_2 — фазы этих сигналов.

$$\text{Для первого измерения: } U = \sqrt{4^2 + 4.8^2 + 2 \cdot 4 \cdot 4.8 \cos\left(\frac{\pi}{4}\right)} = \sqrt{16 + 23.04 + 38.4 \cos\left(\frac{\pi}{4}\right)} \approx 8.14.$$

$$\text{Для второго измерения: } U = \sqrt{4^2 + 5.2^2 + 2 \cdot 4 \cdot 5.2 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right)} = \sqrt{16 + 27.04 + 41.6 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right)} \approx 8.89.$$

Вновь наблюдаем небольшую погрешность в теории и практике, связанную с вышеописанными факторами.

Выводы и анализ результатов работы: использование осциллографа для измерения сигналов и изучения процессов в электрических цепях — отличный метод, который можно применять в решении разных задач, исследования и визуальном наблюдении за сигналами.