

Группа	ФИЗ-2 Э БИТ 1.1.1	К работе допущены	
Студенты	Бардышев Артём	Работа выполнена	
	Машин Егор		
	Суханкулиев Мухаммет		
	Шегай Станислав		
Преподаватель		Отчет принят	

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.00

### Изучение электрических сигналов с помощью лабораторного осциллографа

#### 1. Цель работы.

Ознакомление с устройством осциллографа, изучение с его помощью процессов в электрических цепях.

#### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Исследовать сигналы различной формы.
2. Исследовать предельные характеристики прибора.
3. Изучить сложения взаимно перпендикулярных колебаний кратных частот. (Фигуры Лиссажу.)
4. Изучить сложения однонаправленных колебаний, мало отличающихся по частоте (биения).
5. Изучить сложения однонаправленных колебаний одинаковой частоты.

#### 3. Объект исследования.

Электрические сигналы.

#### 4. Метод экспериментального исследования.

Наблюдение и анализ сигналов на экране осциллографа.

#### 5. Рабочие формулы.

1. Сдвиг фаз между сигналами (1), (2):

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{U_{Y1}}{U_{Ymax}}\right) = \arcsin\left(\frac{U_{Y1}}{U_2}\right)$$

2. Частоты взаимно перпендикулярных колебаний отличаются на малую величину:

$$U_x = U_1 \cdot \cos(\omega t)$$

$$U_Y = U_2 \cdot \cos [\omega t + (\Delta\omega t + \alpha)]$$

3. Амплитуда гармонических колебаний с пульсирующей амплитудой:

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

4. Период биений:

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

5. Амплитуда сложенных однонаправленных колебаний с одинаковыми частотами:

$$U = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2 \cos (\alpha_2 - \alpha_1)}$$

## 6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон
1	Осциллограф цифровой запоминающий GDS-71102B	Цифровой	0 – 10 МГц
2	Генераторы сигналов произвольной формы АКИП-3409	Генератор	0 – 10 МГц
3	Стенд СЗ-ЭМ01	Стенд	-

## 7. Схема установки.

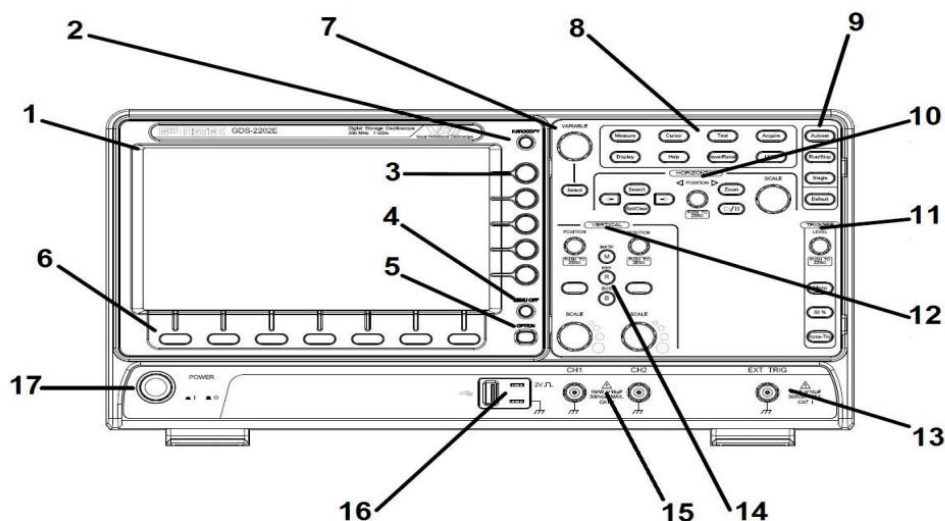


Рис.2 Схема рабочей панели осциллографа ОЦЗ GDS-71102B\*

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

### Схема панели управления ГС АКИП-3409



Рис. 4. Схема рабочей панели генератора ГС АКИП-3409\*\*

## 8. Задание №1. Исследование сигналов различной формы.

Таблица 1: Данные частоты и периода синусоидальной формы сигнала.

Канал 1	Автоматические измерения	Измерения с помощью курсора	ГС АКИП-3409
Частота сигнала, кГц	9.989	10	10
Амплитуда сигнала, В	0.984	1.05	1
Период, мс	100.1	99.5	100



**Таблица 2:** Данные частоты и периода прямоугольной формы сигнала (меандр).

<i>Канал 1</i>	<i>Автоматические измерения</i>	<i>Измерения с помощью курсора</i>	<i>ГС АКИП-3409</i>
<i>Частота сигнала, кГц</i>	10	10	10
<i>Амплитуда сигнала, В</i>	1	1.08	1
<i>Период, мс</i>	100	99.5	100



**Таблица 3:** Данные частоты и периода пилообразной/треугольной формы сигнала.

<i>Канал 1</i>	<i>Автоматические измерения</i>	<i>Измерения с помощью курсора</i>	<i>ГС АКИП-3409</i>
<i>Частота сигнала, кГц</i>	9.99	10	10
<i>Амплитуда сигнала, В</i>	1.02	1.04	1
<i>Период, мс</i>	100.1	99.5	100

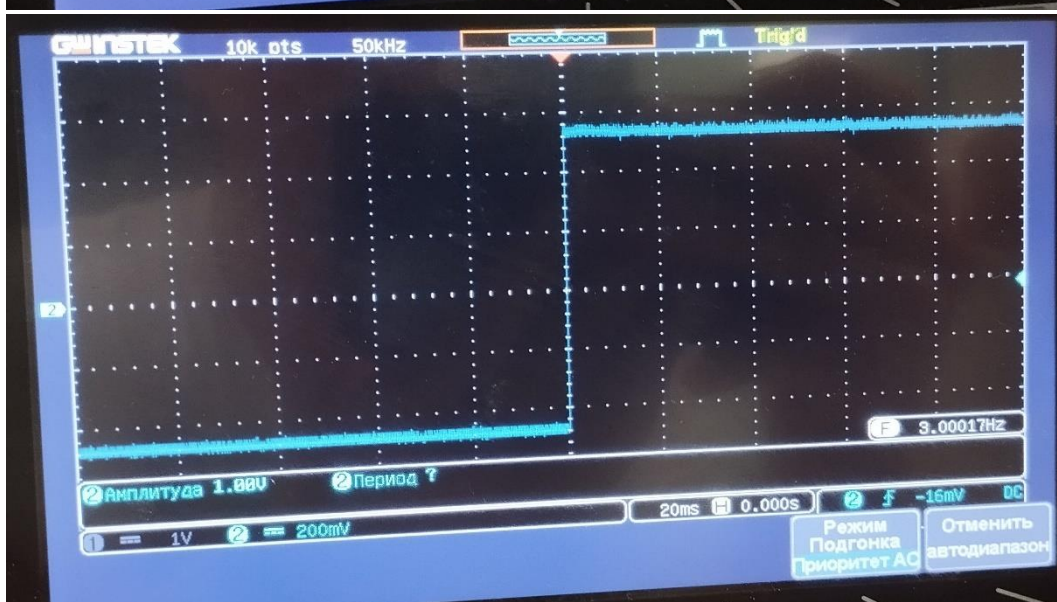
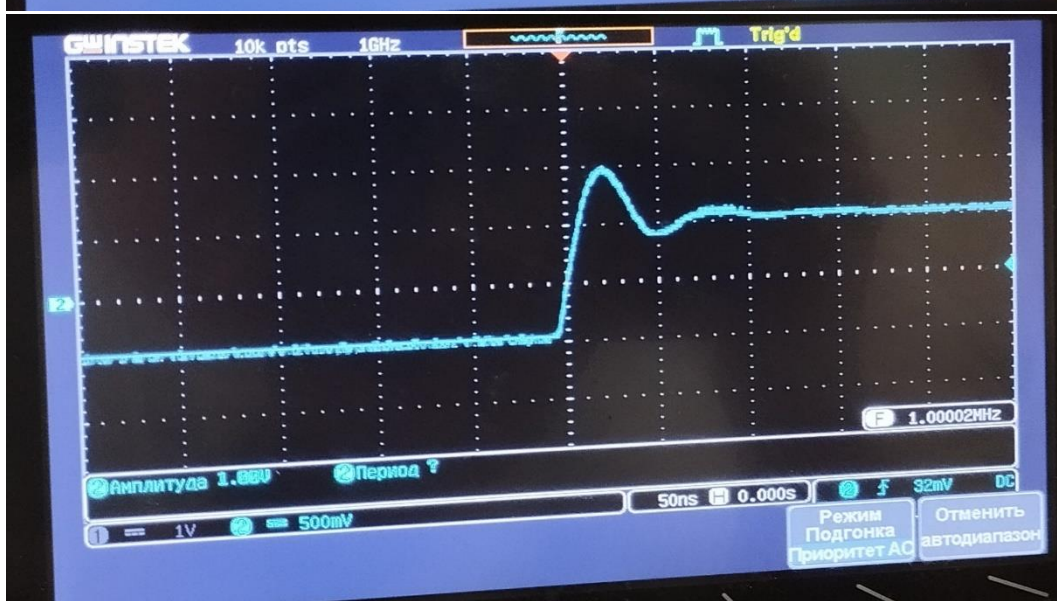
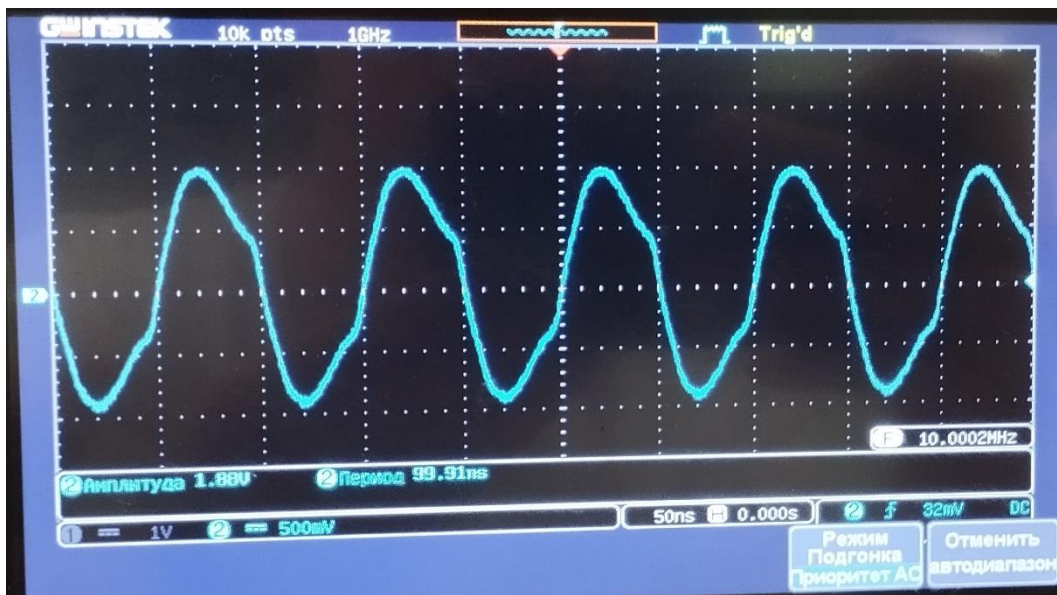


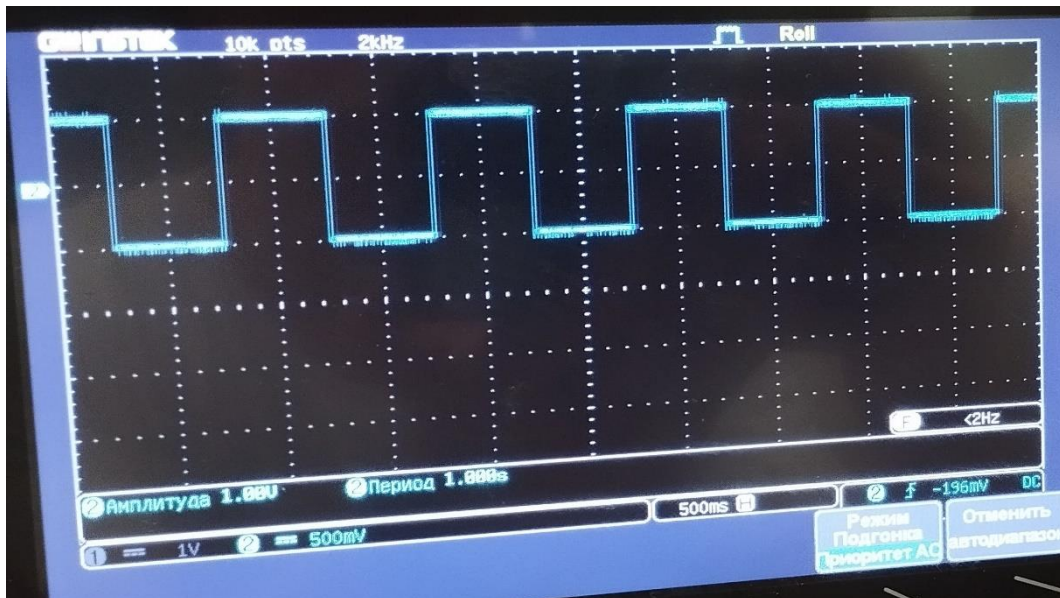


## 9. Задание №2. Исследование предельных характеристик прибора.









### 10. Задание №3. Изучение сложения взаимно перпендикулярных колебаний кратных частот. (Фигуры Лиссажу.)

Сначала зададим значения для обоих каналов:

Частота – 10 кГц; Амплитуда – 3 В; Смещение – 0 мс; Фаза -  $0^\circ$

Рисунок при разности фаз  $90^\circ$  и соотношением частот 1:1:

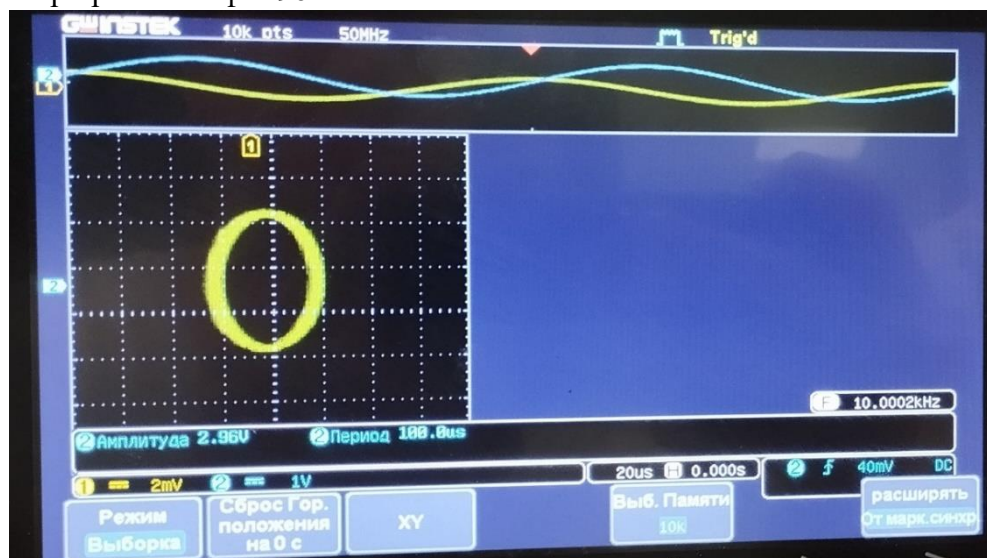
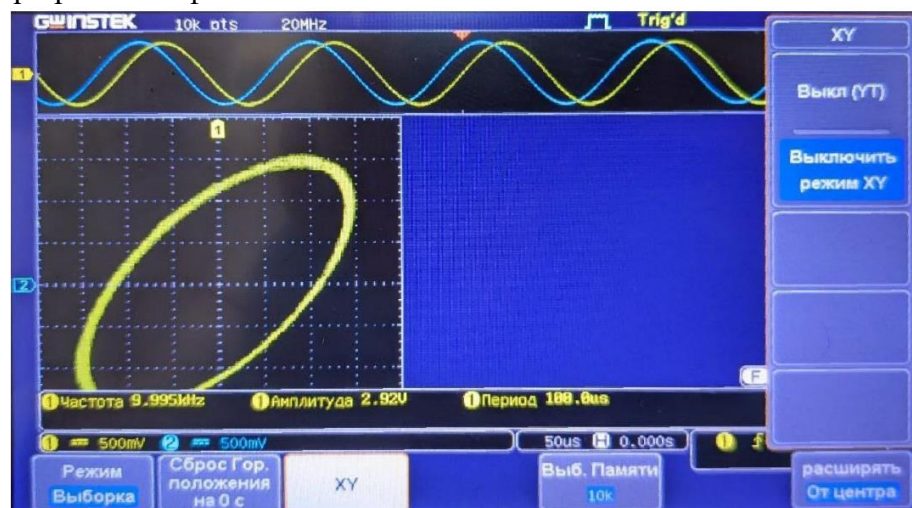


Рисунок при разности фаз  $50^\circ$  и соотношением частот 1:1:





Вычислим разность фаз по формуле (1):

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

Рисунок при разности фаз  $45^\circ$  и соотношением частот 1:2:

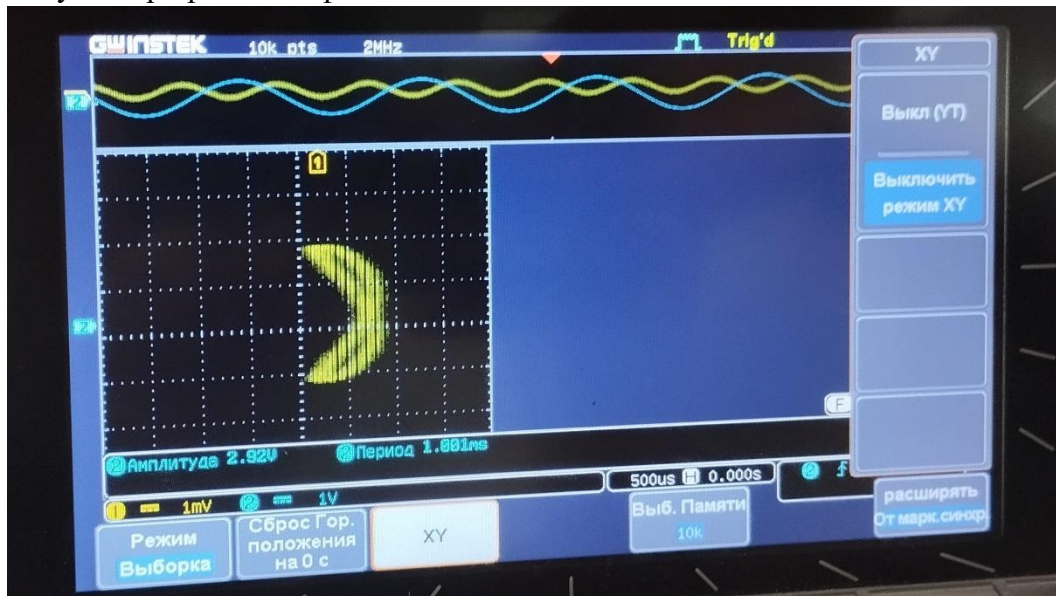


Рисунок при разности фаз  $90^\circ$  и соотношением частот 1:2:



Рисунок при разности фаз  $90^\circ$  и соотношении частот 1:3:

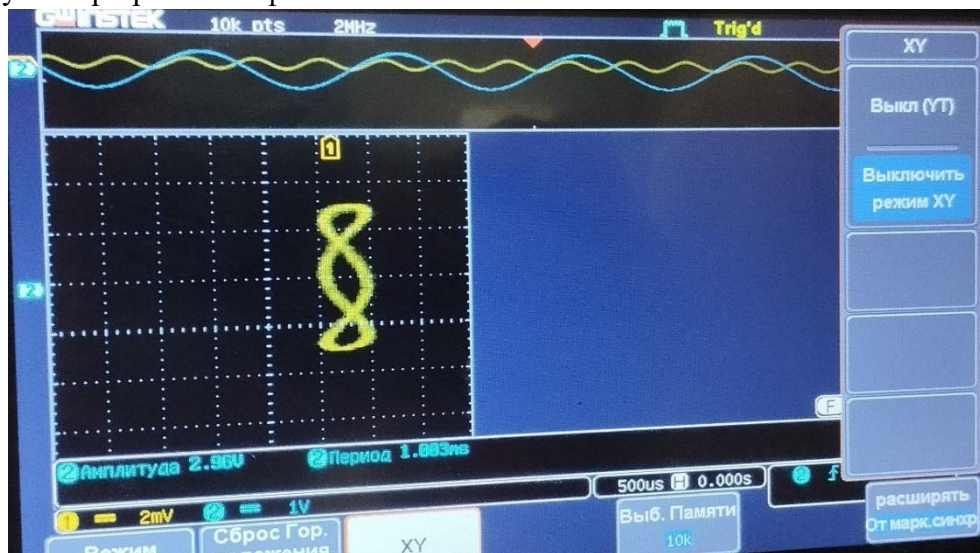




Рисунок при разности фаз  $45^\circ$  и соотношением частот 1:3:

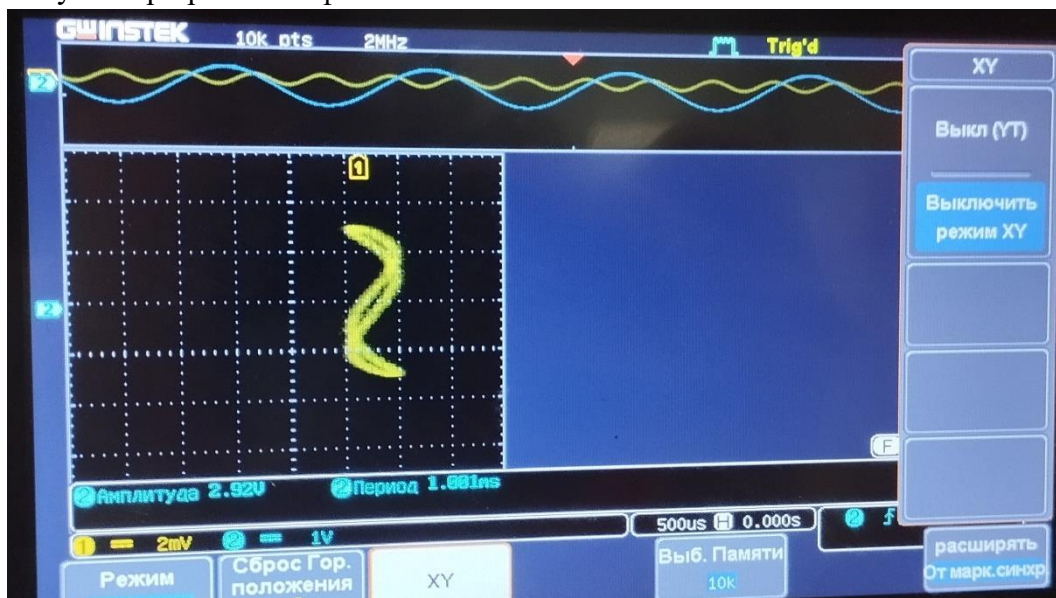
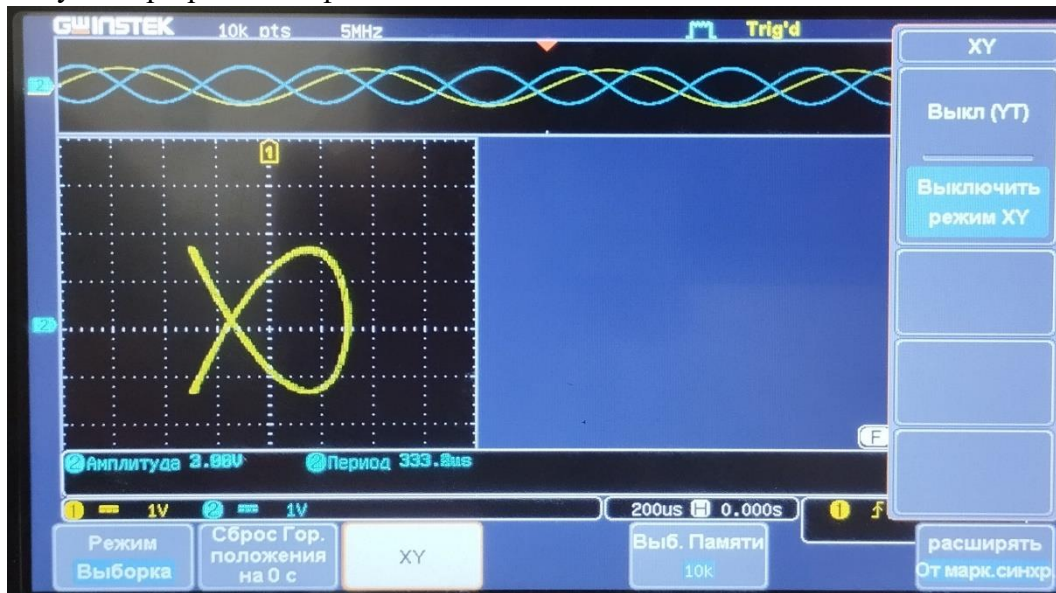


Рисунок при разности фаз  $0^\circ$  и соотношением частот 2:3:



$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1.2}{1.8}\right) \approx \arcsin(0.667) \approx 41.8^\circ$$

Рисунок при разности фаз  $45^\circ$  и соотношением частот 2:3:





$$\alpha = \arcsin\left(\frac{1.55}{1.8}\right) \approx \arcsin(0.861) \approx 59^\circ$$

Рисунок при разности фаз  $45^\circ$  и соотношением частот 3:4:

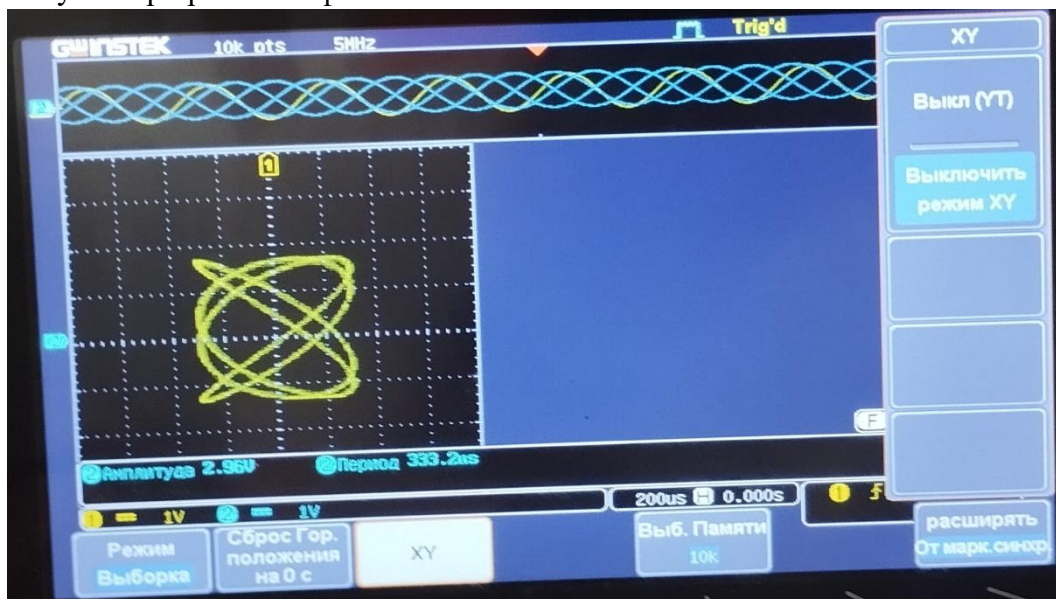


Рисунок при разности фаз  $0^\circ$  и соотношением частот 3:4:

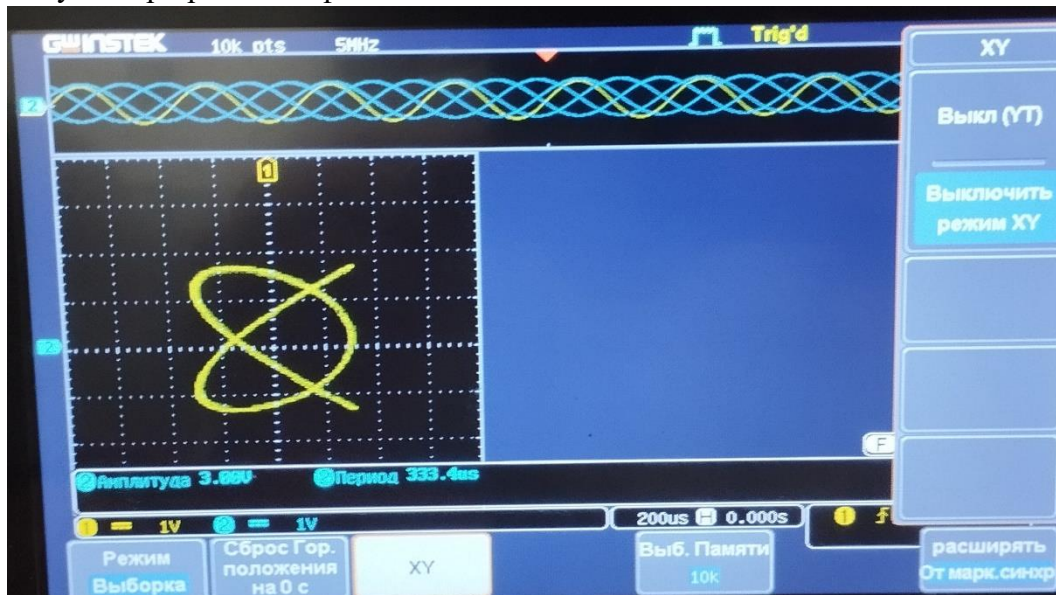
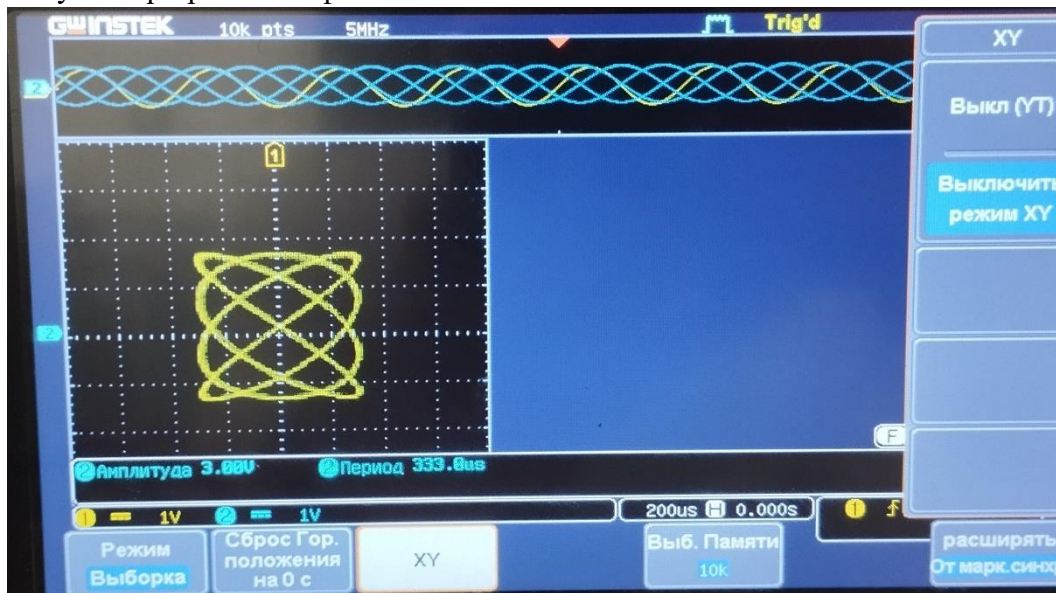


Рисунок при разности фаз  $90^\circ$  и соотношением частот 3:4:





Изменим значение частоты одного из каналов на 10.001 кГц на генераторе частот — наблюдаем медленное вращение фигуры Лиссажу в осциллографе.

## 11. Задание №4. Изучение сложения однонаправленных колебаний, мало отличающихся по частоте (биения).

Подадим на каналы осциллографа сигналы одинаковой амплитуды и фазы, отличающиеся по частоте на 7 процентов (1 кГц и 1.07 кГц). Получим картину биений.

Вычислим амплитуду по формуле (3):

$$U_Y = 2 \cdot 1B = 2B$$

Для расчёта периода воспользуемся (4):

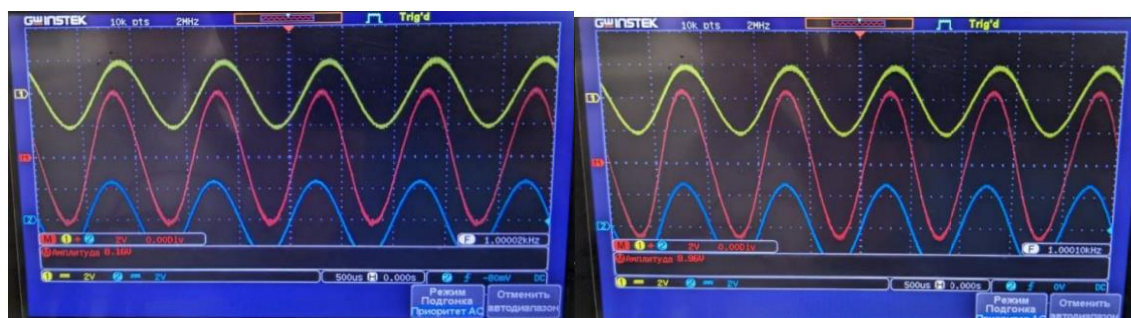
$$T = \frac{1}{1.07\text{кГц} - 1\text{кГц}} \approx 0.0142857\text{с}$$

Однако, при помощи замеров с помощью курсора получаем

$$U_Y = 1.16\text{В} \text{ и } T = 995\mu\text{с} = 0.000995\text{с}$$



## 12. Задание №5. Изучение сложения однонаправленных колебаний одинаковой частоты



Здесь, на рисунке, отображены результаты сложения двух сигналов сложенных из двух каналов сигналов, Амплитуда для первого измерения равна 8.16В и для второго – 8.96В.

**Таблица 4:** Параметры сигналов для двух измерений.

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

Проведём расчёты по формуле (5):

Для первого измерения:

$$U = \sqrt{4^2 + 4.8^2 + 2 \cdot 4 \cdot 4.8 \cos\left(\frac{\pi}{4}\right)} \approx 8.1359$$

Для второго измерения:

$$U = \sqrt{4^2 + 5.2^2 + 2 \cdot 4 \cdot 5.2 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right)} \approx 8.8919$$

### 13. Окончательные результаты.

Были получены фигуры Лиссажу, измерили теоретические значения и значения, измеренные при помощи осциллографа. Так же изучили биения и сложения однонаправленных колебаний одинаковой частоты. Ещё раз убедились, что выполнили измерения криво и погрешности получились больше, чем ожидалось. (= /)1

### 14. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе лабораторной работы были изучены возможности осциллографа для анализа электрических сигналов различной формы и частоты. Полученные фигуры Лиссажу наглядно демонстрируют закономерности сложения колебаний с разными частотами и фазами, а исследование биений подтвердило предсказания о поведении сигналов при наложении частот.



### Список использованных источников

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 т. Том 2. Электричество и магнетизм: учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-9248-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/189298>
2. [Методические указания по лабораторной работе 3.00 \(ауд. 4318 GDS-71102B\) расширенный вариант](#)