

Приложение .Работа с приборами

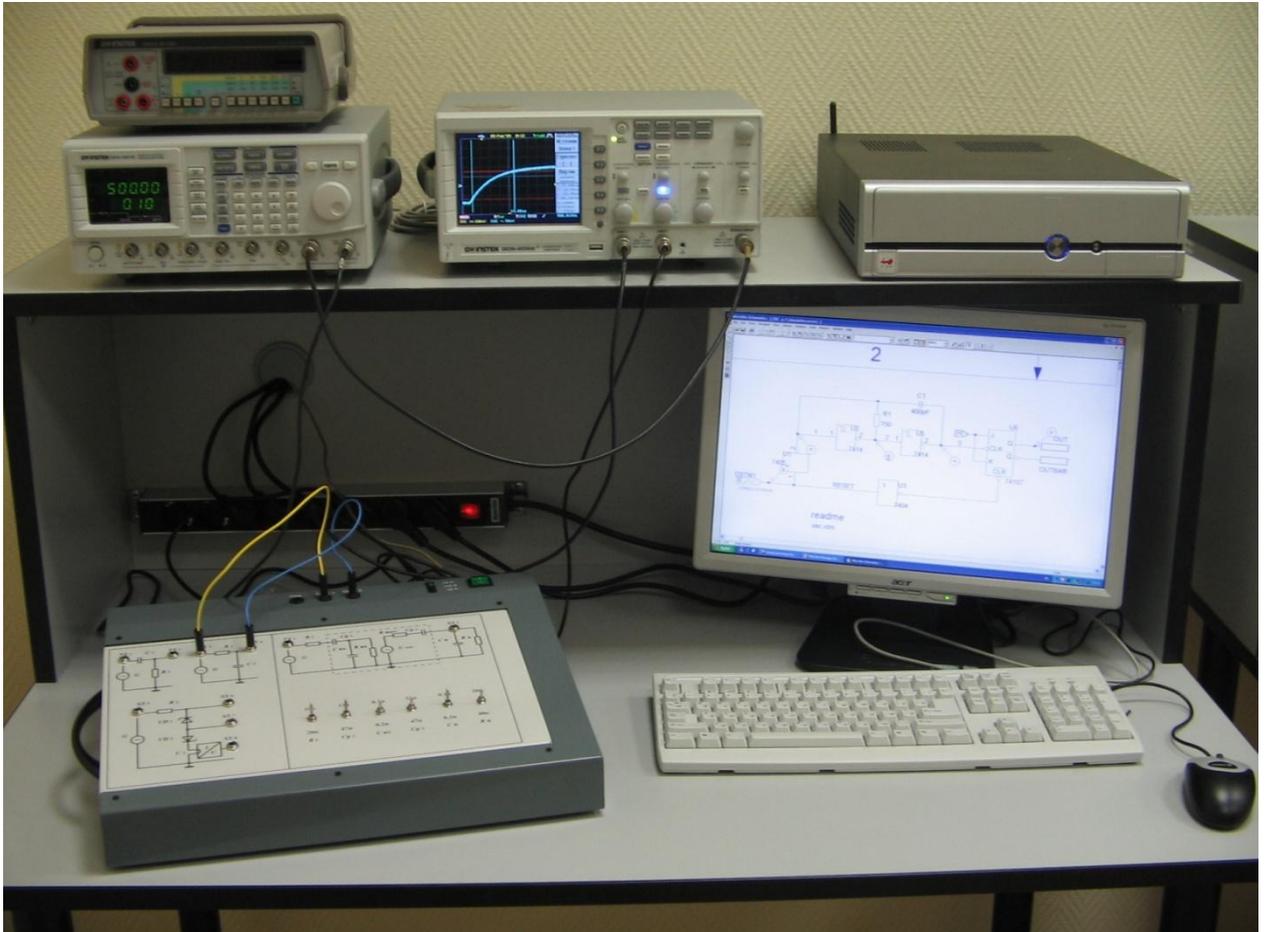


Рис. 1.1 – Изображение лабораторного стенда.

1.Измерение напряжения и тока с помощью универсального измерителя GDM-8135

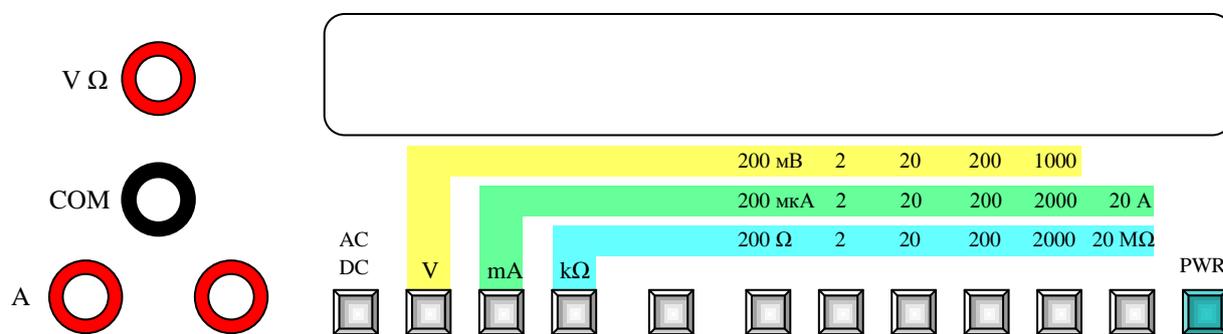


Рис. 1.2 – Изображение универсального измерителя и условно-графическое представление его лицевой панели

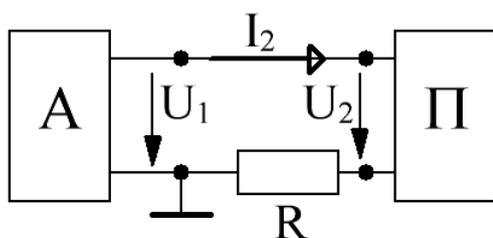
1. . Включение/выключение прибора осуществляется кнопкой **PWR** (крайняя кнопка справа).
2. Выбор режима работы (измеряемой величины) осуществляется кнопками: «**V**»— напряжение, «**mA**»— ток , «**kΩ**» –сопротивление. При измерении напряжения или сопротивления красный провод присоединяется к выводу «**VΩ**» (верхнее красное гнездо на панели прибора).
При измерении тока красный провод присоединяется к выводу «**A**»(левое нижнее левое гнездо на панели прибора).
Чёрный провод всегда присоединяется к выводу «**COM**» .

3. Выбор режим измерения осуществляется кнопкой «AC/DC»: постоянное (DC) напряжение/ток (кнопка отпущена), переменное (AC) напряжение/ток (кнопка утоплена). Выбрать предел измерения выбранной величины. При этом измеряется действующее значение переменной величины.

4. Выбор пределов измерения напряжения осуществляется: при измерении напряжения (кнопка «V» нажата) кнопками желтой группы — устанавливают пределы по напряжению 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, 1000 В; при измерении тока (кнопка «mA» нажата) кнопками зеленой группы — устанавливают пределы по току 200 мкА, 2 мА, 20 мА, 200 мА, 2 А, 10 А; при измерении сопротивления (кнопка «kΩ» нажата) кнопками голубой группы — пределы 200 Ом, 2 кОм, 20 кОм, 200 кОм, 2 МОм. Измерения следует выполнять с точностью до двух знаков после точки.

При переключении пределов изменяется точность измерений. На практике для обеспечения точности измерений необходимо стремиться включить наименьший подходящий предел измерения (начинают с большого, последовательного уменьшая величину предела). Если измеряемая величина превосходит включенный предел измерения прибор отображает на экране (в левой стороне) символ «1», что означает необходимость перехода на больший предел измерений.

2. Схема для измерения входного сопротивления пассивного двухполюсника



А — активный двухполюсник постоянного напряжения,
 П — пассивный двухполюсник, входное сопротивление которого измеряется.

Рис 1.3. Схема для измерения входного сопротивления пассивного двухполюсника при постоянном напряжении и токе.

При известном сопротивлении R измеряются напряжения U_R и U_2 .

Тогда $I_2 = U_R/R$. Входное сопротивление $R_{\text{вх}} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_2}{U_R} R$.

При таком способе измеряются только два значения напряжения U_2 и U_R или U_1 и U_2 (т.к. $U_2 = U_1 - U_R$).

2. Установка требуемых сигналов с помощью генератор напряжения GFG-3015

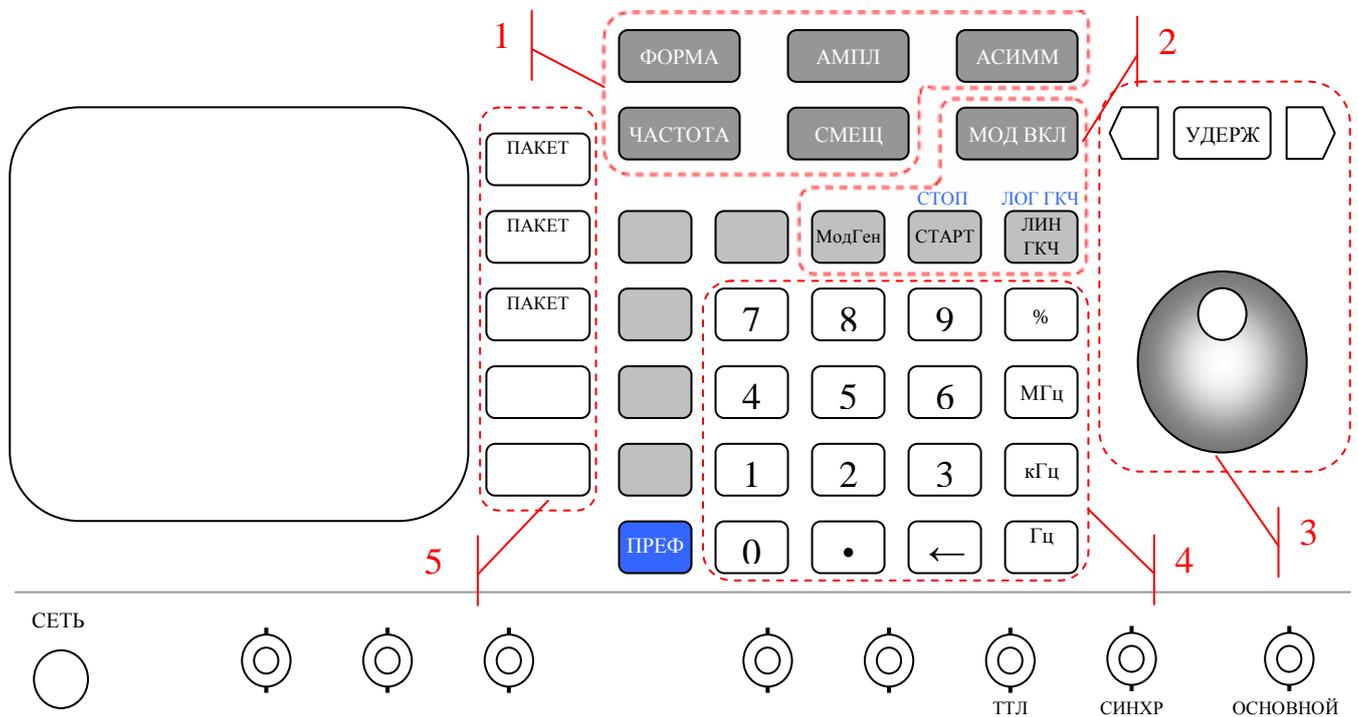


Рис. 2.1 – Изображение генератора и условно-графическое представление его лицевой панели.

На рис.2.1 представлена лицевая панель генератора.

1. Включить генератор. Включение осуществляется кнопкой **СЕТЬ** (первая кнопка слева в нижнем ряду).
2. Выбрать синусоидальную форму выходного сигнала генератора. Генератор может формировать сигналы трёх видов: синусоидальный, треугольный и прямоугольный. Форма выходного сигнала генератора отображается соответствующим значком в верхней строке на экране генератора:  Выбор формы выходного сигнала осуществляется последовательным нажатием кнопки **ФОРМА**.
3. Установка параметров выходного сигнала: амплитуды и частоты.
Установка частоты.

- Нажать кнопку ЧАСТОТА (первая кнопка во втором ряду справа от экрана), при этом слово «Част» на экране генератора начнет мигать.
- Набрать требуемое цифровое значение частоты.
- Нажать кнопку, соответствующую размерности: Гц, кГц, МГц (кнопки расположены в столбце справа от цифровых кнопок).

На экране генератора в первой строке будет показано заданное значение частоты.

Установка амплитуды.

- Нажать кнопку **АМПЛ** (вторая кнопка в верхнем ряду), при этом слово «Ампл» на экране генератора начнет мигать.
- Набрать требуемое значение амплитуды сигнала.
- Нажать кнопку **Vpp**, соответствующую размерности напряжения (нижняя кнопка в столбце справа от цифровых кнопок).

На экране генератора во второй строке будет показано заданное значение амплитуды в вольтах.

Слева от кнопок управления расположен экран, на котором всегда отображаются:

- частота сигнала;
- форма сигнала;
- текущее изменяемое значение (амплитуда, смещение нуля, коэффициент асимметрии и т.п.);
- информация о текущем режиме генератора.

3. Работа с цифровым осциллографом.

На рис. 3.1 представлен внешний вид осциллографа и его лицевая панель.

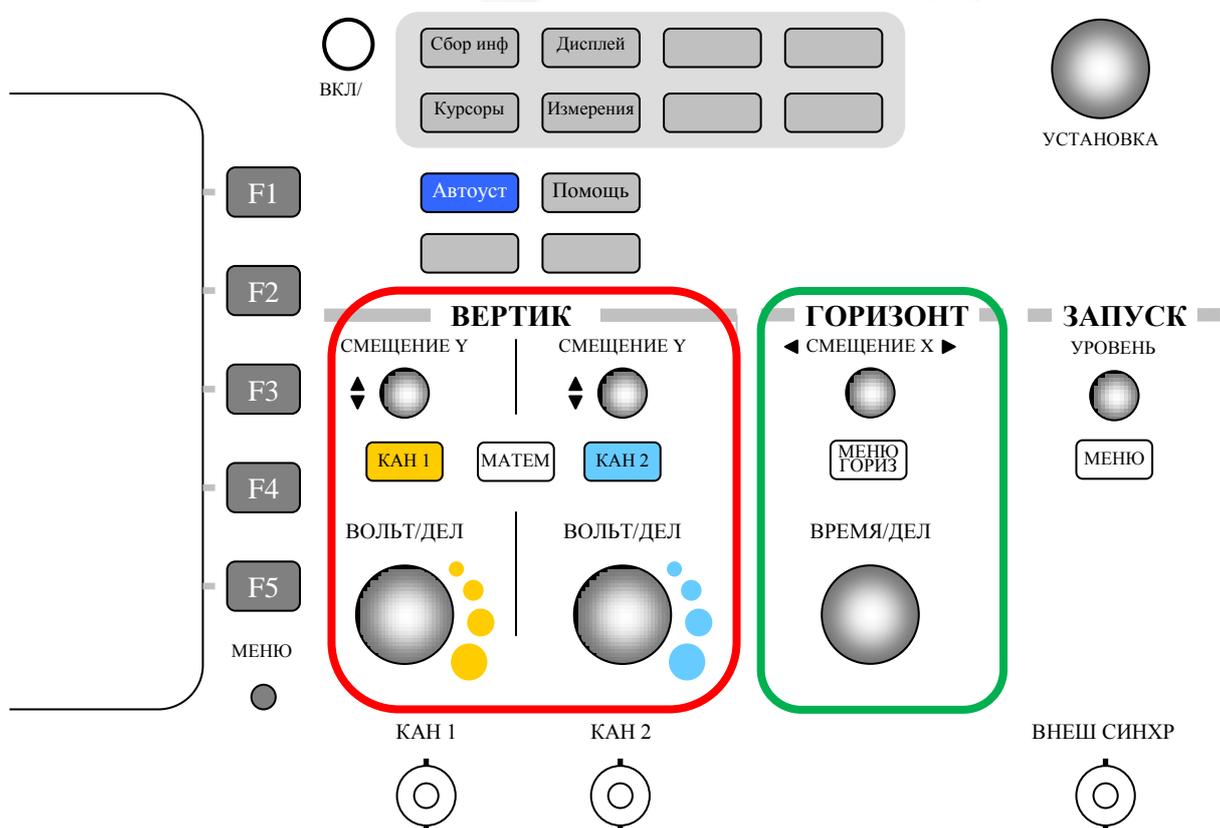


Рис. 3.1 – Изображение осциллографа и условно-графическое представление его лицевой панели.

Включение и выключение осциллографа осуществляется кнопкой «**ВКЛ/ВЫКЛ**». Всю панель управления можно разбить на четыре условные части: управление вертикальным и горизонтальным отклонениями, управление схемой запуска и прочие функции.

3.1. Раздел вертикальное отклонение «**ВЕРТИК**» (рис. 2.1) позволяет:

- задать масштабы по оси ординат – ручка «**ВОЛЬТ/ДЕЛ**»;
- выставить положение нуля – ручка «**СМЕЩЕНИЕ Y**»;
- установить режим каналов осциллографа кнопками «**КАН1**», «**КАН2**» и «**МАТЕМ**».

Нажатие кнопок «**КАН1**» и «**КАН2**» позволяет включить или выключить соответствующий канал (если кнопка подсвечивается, то канал включен). При включенном канале активируется меню канала (отображается справа на экране). Нажатием кнопки «**КАН**» вызывается меню, содержащее режимы:  (соответственно закрытый вход – на экран осциллографа подается только переменная составляющая сигнала, открытый вход – на экран подаются все составляющие сигнала, и заземление сигнала),

- тип входа «**Связь Вх**»: открытый, закрытый и земля (кнопка «**F1**»);
- включить или выключить инверсию сигнала «**Инверсия**» (кнопка «**F2**»);

Нажатие кнопки «**МАТЕМ**» включает или выключает математическую функцию. Если функция включена, то доступно меню:

- выбор типа функции: сложение, вычитание, **FFT** – быстрое преобразование Фурье (кнопка «**F1**»);
- кнопки «**F4**» и «**F5**» управляют положением и масштабным коэффициентом реализуемой функции на экране;
- кнопки «**F2**» и «**F3**» этого меню активны только в режиме FFT – задают источник данных и тип окна.

3.2. Раздел горизонтальное отклонение «**ГОРИЗОНТ**» (рис. 3.1) позволяет:

- задать масштаб по оси времени ручкой «**ВРЕМЯ/ДЕЛ**»;
- осуществлять сдвиг сигнала по временной оси относительно точки захвата сигнала (привязки синхронизации) ручкой «**СМЕЩЕНИЕ X**»;
- управлять разверткой с помощью меню, вызываемого кнопкой «**МЕНЮ ГОРИЗ**».

Содержание «**МЕНЮ ГОРИЗ**» обеспечивает следующие функции:

- кнопка «**F1**» включает основную развертку (на экране отображается зависимость напряжения в каналах от времени);
- кнопка «**F2**» включает режим выделения окна, позволяя с помощью ручки «**СМЕЩЕНИЕ X**» установить положение середины окна на временной оси, а ручкой «**ВРЕМЯ/ДЕЛ**» задать его ширину;
- кнопка «**F3**» выполняет растяжку по временной оси участка сигнала, выбранного с помощью окна;
- кнопка «**F4**» включает режим самописца;
- кнопка «**F5**» включает режим **XУ** (по оси абсцисс откладывается напряжение канала 1, по оси ординат – напряжение канала 2).

3.3.К разделу прочие функции относятся функции настройки осциллографа и упрощения работы с анализируемым сигналом, видом его отображения, например:

- кнопка «**АВТОУСТ**» автоматически подбирает масштабы по осям для отображения сигналов на экране (при этом прочие настройки сбрасываются в значения по умолчанию);
- кнопка «**Пуск/Стоп**» позволяет включить или выключить схему синхронизации (т.е. разрешает или запрещает оцифровку сигналов);
- кнопка «**Помощь**» активирует меню помощи, которое позволяет получить информацию о назначении каждой клавиши осциллографа (повторное нажатие клавиши позволяет выйти из режима помощи).

Среди остальных кнопок лицевой панели стоит обратить внимание на кнопку «**Курсоры**» и кнопку «**Измерения**», которые облегчают измерение параметров исследуемых сигналов.

Подготовка осциллографа к измерениям

1. Включить осциллограф. Включение осциллографа осуществляется кнопкой «**ВКЛ/ВЫКЛ**» (первая кнопка справа от экрана осциллографа в верхнем ряду). При включении осциллографа на его экране появляются:
 - осциллограммы сигналов, подаваемых по первому «**CH1**» (подсветка жёлтым светом) и по второму «**CH2**» (подсветка голубым цветом) каналам;
 - информация о видах связи по входу каналов «**CH1**» и «**CH2**» с исследуемым сигналом (внизу под масштабной сеткой).
 Изменение вида связи любого канала с сигналом выполняется с помощью кнопки «**КАН**» (у канала «**CH1**» кнопка подсвечивается жёлтым светом, а у канала «**CH2**» – голубым) и

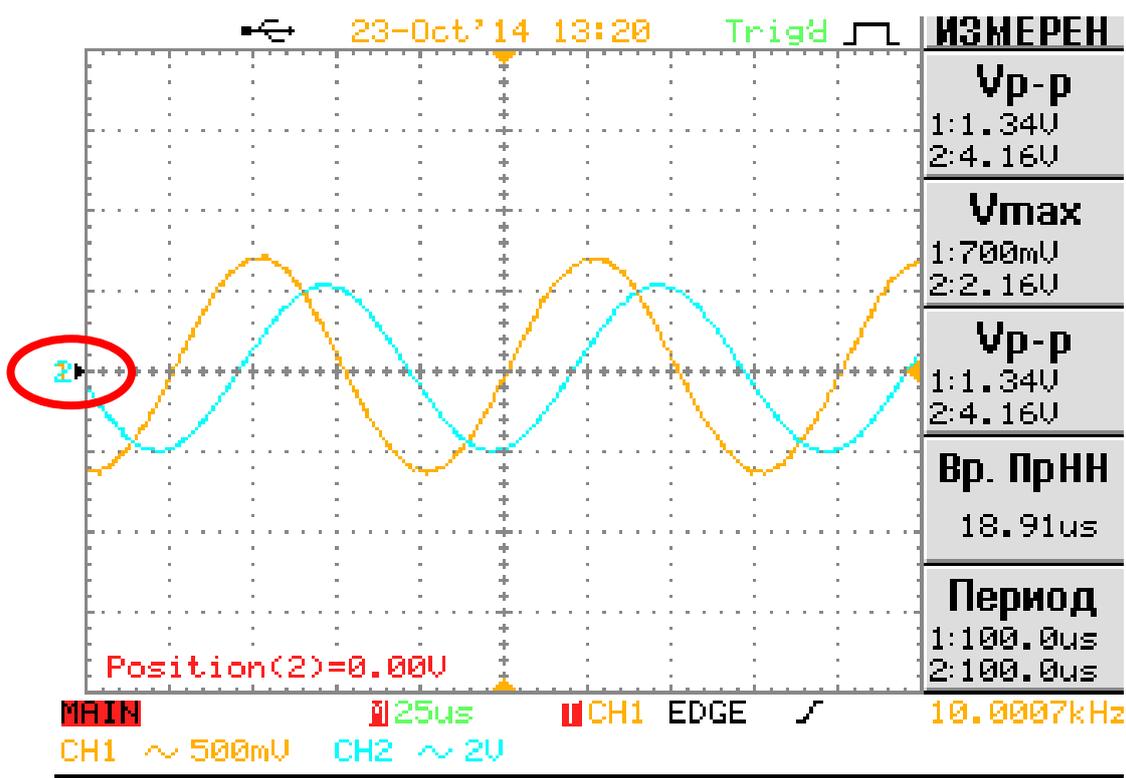
кнопки << F1 >>. Нажатием кнопки << КАН >> вызывается меню, содержащее режимы: \sim / \equiv / ∇ .

Последовательным нажатием кнопки << F1 >> устанавливается требуемый в работе вход осциллографа.

Масштабы по вертикальной и горизонтальной осям. Масштаб по вертикальной оси устанавливается в вольтах – U или милливольты – mU и соответствует одному большому делению сетки осциллографа. Изменение масштаба на каждом канале выполняется с помощью ручки

<< ВОЛЬТ/ДЕЛ. >> Меняя масштабы, следует установить оптимальные (как можно лучше использующие поле экрана, но не выходящие за его пределы) размеры изображения сигналов по вертикали на первом и втором каналах. Масштаб по горизонтальной оси устанавливается в миллисекундах – ms, микросекундах – us, наносекунды – ns. Изменение масштаба по горизонтальной оси выполняется с помощью ручки << ВРЕМЯ/ДЕЛ. >>.

2. Ручками << СМЕЩЕНИЕ Y >> совместить нули обоих сигналов на центральной горизонтальной оси сетки осциллографа.



Ручкой << СМЕЩЕНИЕ X >> установить оптимальное положение изображения сигнала по горизонтальной оси.

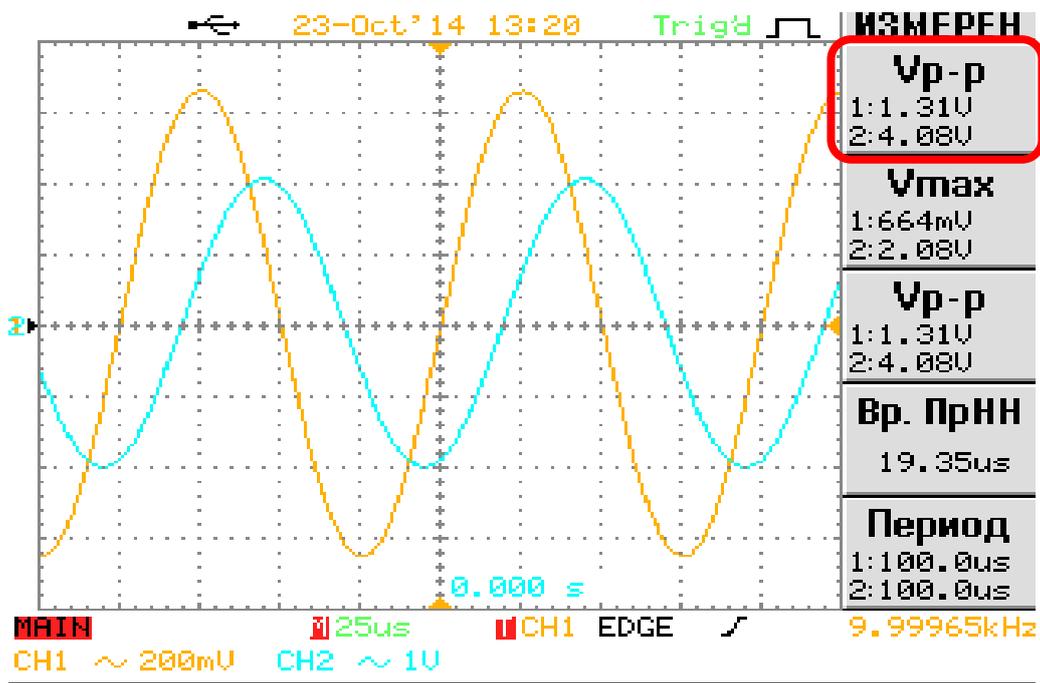
3. Для улучшения качества измерений выполнить усреднение измеряемых сигналов:

- нажать кнопку « СБОР ИНФ » (первая кнопка в верхнем ряду) и с помощью кнопки «F3» задать усреднение по выборке из 8-16 сигналов.

Измерение амплитуды с помощью осциллографа

1. С помощью ручки изменения масштаба по горизонтальной оси «ВРЕМЯ/ДЕЛ» установить на экране осциллографа изображение 2-3 периодов сигнала.
2. Установить осциллограф в режим измерения нажатием кнопки «ИЗМЕРЕНИЯ» (вторая слева во втором ряду сверху). При этом на экране появится меню ИЗМЕРЕН.
3. Нажатием одной из кнопок «F1÷F5» (первый столбец слева) выбрать окно, в котором будут представлены результаты необходимого вида измерения.
4. Кнопками «F1» и «F2» установить следующие соответствия источников и каналов:

«Источник 1 – Канал 1»
«Источник 2 – Канал 2»
5. С помощью кнопки «F3» из представленного меню видов измерений: «АМПЛИТУДЫ», «ВРЕМЕНА», «ЗАДЕРЖКИ», выбрать вид измерения – «АМПЛИТУДЫ».
6. С помощью кнопки «F4» из представленного меню выбрать рекомендуемый для уменьшения погрешности измерения амплитудных значений сигналов вид измерения: «V_{p-p}» (Voltage peak to peak) – для синусоидального напряжения равно двойной амплитуде. Тогда амплитуду сигнала можно определить по формуле: $U_m = V_{p-p} / 2$.



7. Нажать кнопку «**F5**» для возврата в режим измерения. После этого в выбранном окне появятся результаты измерения выбранного вида.

Измерение периода с помощью осциллографа

1. С помощью кнопок «**F1÷F5**» выбрать окно, в котором будут представлены результаты измерения.
2. С помощью кнопки «**F3**» из представленного меню: «**АМПЛИТУДЫ**», «**ВРЕМЕНА**», «**ЗАДЕРЖКИ**», выбрать вид измерения – «**ВРЕМЕНА**».
3. С помощью кнопки «**F4**» из представленного списка: «**ЧАСТОТА**», «**ПЕРИОД**», «**ВР НАРАСТ**», «**ВР СПАДА**» и т.д. выбрать «**ПЕРИОД**».
4. Нажать кнопку «**ИЗМЕРЕНИЯ**». При этом в выбранном окне появятся результаты измерения.

Измерение амплитуды и фазы с помощью осциллографа

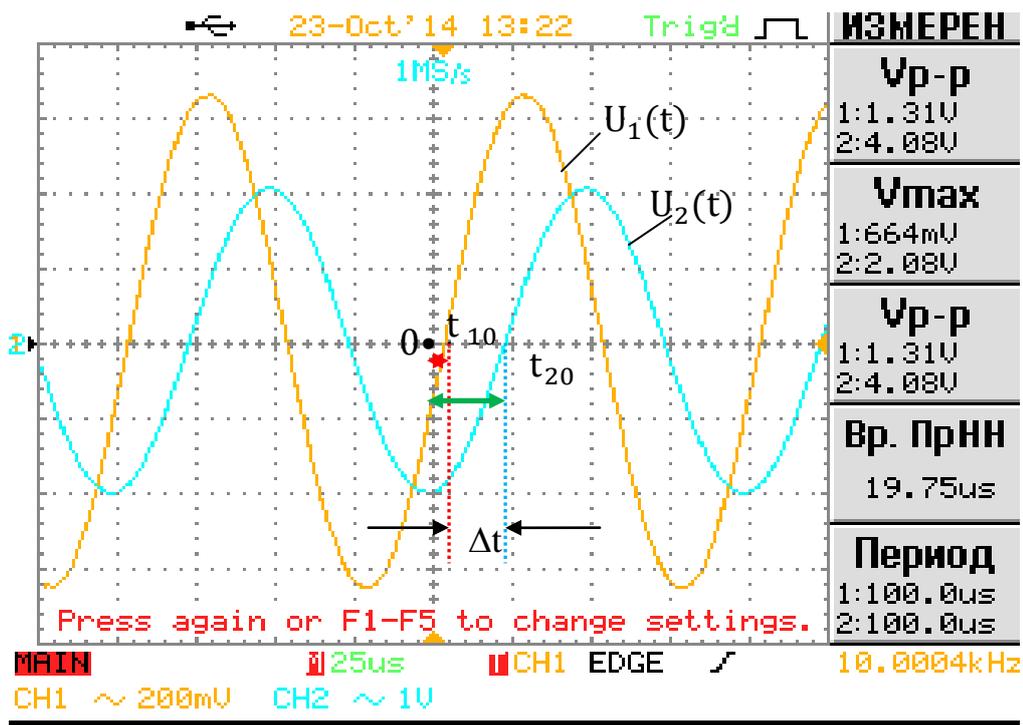
1. Установить осциллограф в режим курсорных измерений. Установка осциллографа в этот режим осуществляется кнопкой «**КУРСОРЫ**» (первая кнопка во втором ряду сверху). При этом на экране появляется меню режима «**КУРСОРЫ**»: «**ГОРИЗОНТ**», «**ВЕРТИК**».
2. Для измерения амплитуды (измерения по вертикальной оси) кнопкой «**F3**» выбираются вертикальные курсоры. Повторным нажатием кнопки «**F3**» курсорам задается активное или пассивное состояние. При активном состоянии курсор может передвигаться по вертикали с помощью ручки «**УСТАНОВКА**». При пассивном состоянии курсор зафиксирован.

Для измерения напряжения ΔU между двумя курсорами можно воспользоваться результатами измерения U_1 , U_2 и $\Delta U = |U_1 - U_2|$,

которые представлены в нижней части окна «**КУРСОРЫ**».

4. В электрических цепях абсолютное значение фазы напряжения или тока интереса не представляет. Однако важным параметром является разность фаз (или говорят сдвиг фаз) двух напряжений. На рис. схематично показан метод определения разности фаз $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ через задержки t_{20} и t_{10} синусоидальных напряжений

$U_1(t) = U_{1m} \sin(2\pi f t + \varphi_1)$ и $U_2(t) = U_{2m} \sin(2\pi f t + \varphi_2)$ соответственно.

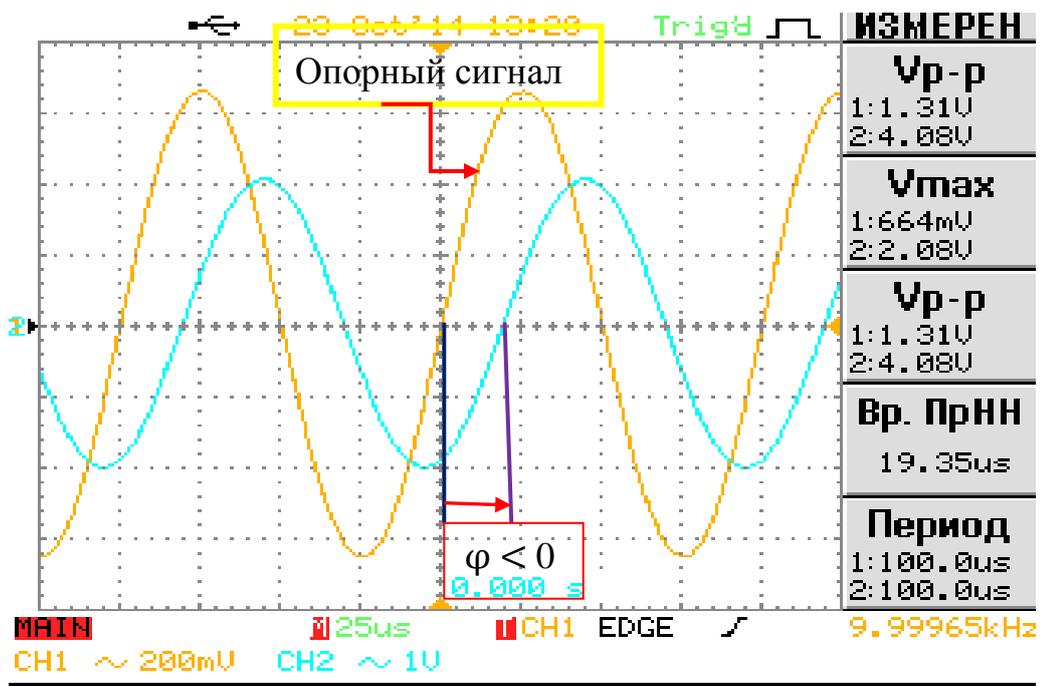


$$\Delta t = t_{20} - t_{10}, \varphi_1 = -2\pi f t_{10}, \varphi_2 = -2\pi f t_{20}$$

$$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi f (t_{20} - t_{10}) = 2\pi f \Delta t = 2\pi \frac{\Delta t}{T} [\text{рад}] = 360^\circ \frac{\Delta t}{T} [\text{град}]$$

3. В верхнем окне с помощью кнопки «F1» установить « ИСТОЧНИК – Канал 2 ».

4. При измерении сдвига фазы одного сигнала относительно другого один из сигналов принимается за опорный (этот сигнал подается на первый канал осциллографа). Фаза этого сигнала принимается равной нулю, а фазы остальных сигналов измеряются относительно выбранного опорного. Рекомендуется в качестве опорного выбирать тот сигнал, фаза которого при выполнении подготовки к работе принималась равной нулю.

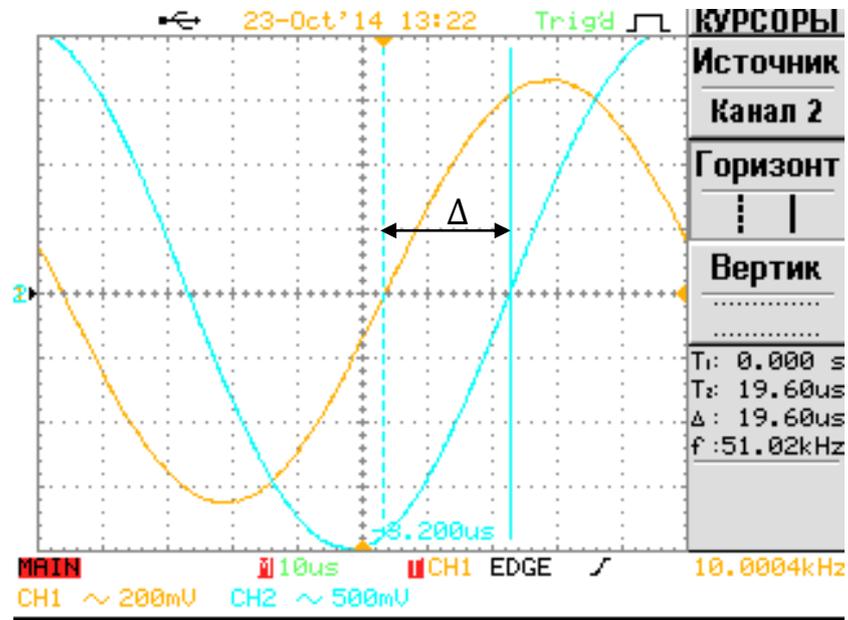


- Для измерения фазы выбираются горизонтальные курсоры. Выбор горизонтальных курсоров осуществляется кнопкой «F2». Повторным нажатием кнопки «F2» курсорам задаётся активное или пассивное состояние. Если курсор изображен сплошной линией, то он находится в активном состоянии и может перемещаться по горизонтали. Управление перемещением курсора выполняется с помощью ручки «УСТАНОВКА» (справа наверху). Если курсор изображен штриховой линией, то он зафиксирован в пассивном состоянии и перемещаться не может.
- Перед измерением сдвига фаз необходимо установить **закрытые входы** осциллографа на обоих каналах (см. раздел «Подготовка осциллографа к измерениям») и совместить нули обоих сигналов на центральной горизонтальной оси сетки осциллографа. Затем с помощью ручки изменения масштаба по горизонтальной оси «ВРЕМЯ/ДЕЛ» развернуть изображения сигналов так, чтобы расстояние между сигналами в одной фазе занимало не менее 2/3 экрана. Для увеличения точности измерений следует с помощью ручек изменения масштаба по вертикальной оси «ВОЛЬТ/ДЕЛ» увеличить сигналы так, чтобы их пересечение с центральной горизонтальной осью сетки осциллографа было видно четко. При этом сигналы могут выходить за пределы экрана – это не влияет на точность измерения временных интервалов. Установить курсор, находящийся в активном состоянии на нулевом уровне опорного сигнала. Повторным нажатием кнопки «F2» поменять состояние курсоров. Затем другой курсор, находящийся теперь в активном состоянии установить на нулевом уровне сигнала, подаваемого по второму каналу. Результаты измерения сдвига по времени: T_1 , T_2 , $\Delta T = T_2 - T_1$, представляются в нижней трети окна «КУРСОРЫ» (см.

рисунок). Сдвиг фазы, равный фазе сигнала второго канала, можно определить по следующей формуле (в градусах):

$$\varphi = \Delta\varphi = 360^\circ \times \Delta T / T = 360^\circ \times \Delta T \times f,$$

где T – период сигналов, f – частота генератора.



Вывод осциллограммы на экран дисплея и сохранение её в виде графического файла

Перед сохранением осциллограмм впервые необходимо создать папку с названием группы, эту папку следует использовать в течение всего срока работы в лаборатории. Запрещается создавать папки на Рабочем столе. Папку следует создать на диске Work D в папке Student; название папки – номер учебной группы, например, А-12-17.

Вывод осциллограммы на экран дисплея

1. Запустить программу Free Wave.
2. В появившейся на экране заставке нажать значок с изображением осциллографа (второй в верхнем горизонтальном меню), потом нажать кнопку «Play» ► в нижнем горизонтальном меню. При этом на экране дисплея появятся осциллограммы. В левом вертикальном меню выбрать «Yes», чтобы фон осциллограмм был белым.

Сохранение осциллограммы. Нажать значок с изображением дискеты в нижнем горизонтальном меню. В окне «Имя файла» набрать название файла, выбрать местом сохранения созданную на диске Work D индивидуальную папку.

- Сохранить файл в индивидуальной папке.