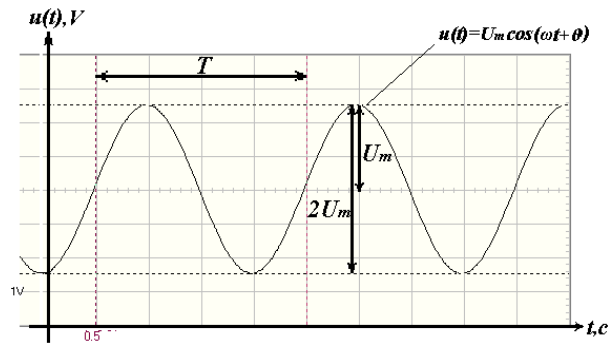


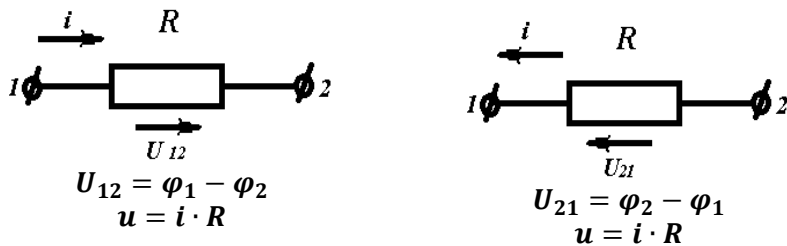
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И МЕТОДИКА ИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Руководство к лабораторной
работе №1 по курсу ТЭЦ



$$u(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \theta)$$



$$R_{\text{посл}} = R_1 + R_2$$

$$R_{\text{парал}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

2013

«Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники»

Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И МЕТОДИКА ИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Руководство к лабораторной работе №1

по дисциплинам «Основы теории цепей» и «Теория электрических цепей»
для студентов радиотехнического факультета всех специальностей

Разработчики:
Доцент каф. ТОР
Б.Ф.Голев
Доцент каф. ТОР
И.В. Мельникова,
Доцент каф. ТОР
К.Ю. Дубовик,
Зав.лабораторией
В.С. Степной

Томск 2013

Оглавление

1. Цель работы	4
2. Краткие теоретические сведения	4
3. Описание экспериментальной установки.....	7
4. Лабораторное задание	9
4.1 Подготовка лабораторного оборудования к работе	9
4.2 Методика измерения амплитудного и действующего значений напряжения гармонического сигнала	11
4.3 Методика определения циклической и угловой частоты гармонического сигнала	12
4.4 Проверка выполнения закона Ома для резистивного элемента при гармоническом входном воздействии. Косвенный метод измерения параметров цепи	13
Приложение 1	17
Приложение 2	19
Приложение 3	20
Приложение 4	21

1. Цель работы

- Изучить правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ (Приложение 1).
- Ознакомиться с правилами выполнения лабораторных работ по курсу ТЭЦ и ОТЦ (Приложение 2).
- Ознакомиться с USB-лабораторией PCSGU250 и программой PcLab2000LT (Приложение 4).
- Усвоить основные понятия переменного напряжения, тока и их параметров. Освоить методику измерения амплитуды, действующего значения, частоты (угловой и циклической), периода гармонического сигнала.
- Проверить выполнение закона Ома для резистивного элемента при гармоническом воздействии.

2. Краткие теоретические сведения

Электрическая цепь – это совокупность устройств, предназначенных для прохождения электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий тока и напряжения.

Электрический ток – это упорядоченно направленное движение электрических зарядов. Численно электрический ток определяется как производная заряда по времени:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (2.1)$$



Рис.2.1 Участок цепи с положительным направлением тока и напряжения

Напряжение – это разность электрических потенциалов точек 1 и 2, т.е. скалярная величина, определяемая работой, затрачиваемой на перенос единичного положительного заряда из точки 1 в точку 2 (рис.2.1а) или из точки 2 в точку 1 (рис.2.1б). Численно для рис.2.1а напряжение определяется выражением (2.2):

$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2, \quad (2.2)$$

где $\varphi_1 > \varphi_2$ – электрические потенциалы в точках 1 и 2;

Для рис.2.1б напряжение записывается выражением(2.2.1)

$$U_{21} = \varphi_2 - \varphi_1, \quad (2.2a)$$

$\varphi_1 < \varphi_2$ – электрические потенциалы точек 1 и 2;

Сопротивление – идеализированный элемент цепи, характеризующий потери энергии в цепи на нагрев, механическую работу или излучение электромагнитной энергии. Условное обозначение сопротивления представлено на рис.2.1.

Закон Ома для участка линейной цепи определяется выражением (2.3):

$$u = i \cdot R \rightarrow R = \frac{u}{i}, \quad (2.3)$$

где u – разность электрических потенциалов между точками 1 и 2 (напряжение) участка цепи; i – ток, протекающий через участок цепи 1-2.

Электромагнитный процесс в электрической цепи, при котором мгновенные значения напряжений и токов повторяются через равные промежутки времени, называется **периодическим** и определяется выражением (2.4).

$$F(t \pm T) = F(t), \quad (2.4)$$

где T – период гармонических колебаний, имеет размерность секунды.

Наименьший промежуток времени, по истечении которого наблюдаются повторения мгновенных значений периодических величин, называется **периодом** (рис.2.2).

Величина, обратная периоду гармонического колебания, т.е. число периодов в единицу времени называют **циклической частотой** (или просто **частота**) f :

$$f = \frac{1}{T}. \quad (2.5)$$

Циклическая частота измеряется в Герцах, [Гц, кГц, МГц].

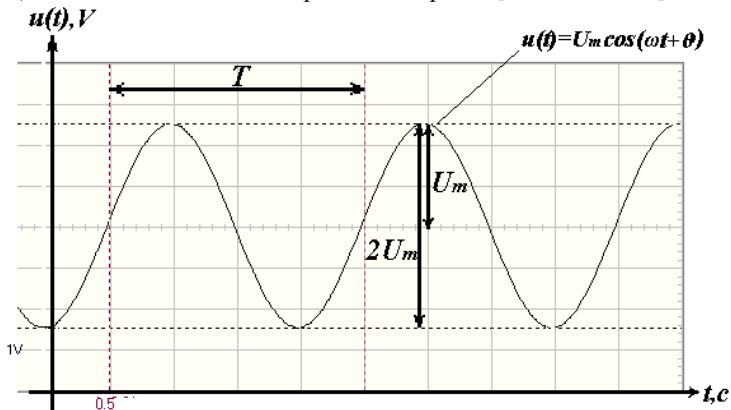


Рис. 2.2 Представление периодического сигнала

Основным случаем периодического сигнала является гармонический сигнал, который определяется выражением (2.6) и представлен рис.2.2:

$$u(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \theta) = U_m \cdot \cos(2\pi f \cdot t + \theta) = U\sqrt{2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \theta\right), \quad (2.6)$$

где U_m – максимальное значение или амплитуда сигнала;

U – действующее значение;

ω – угловая частота или скорость изменения аргумента, которая равна произведению частоты f на 2π : Размерность угловой частоты [рад/с]

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (2.7)$$

θ – начальная фаза, определяемая величиной смещения гармонической функции относительно начала координат, выраженная в градусах или радианах при значении $t=0$.

Электрическая схема – это графическое изображение электрической цепи. Основными «геометрическими» элементами схемы являются узлы и ветви.

Ветвь – это участок цепи, образованный одним или несколькими последовательно соединенными элементами.

Последовательное соединение элементов цепи - это такое соединение, при котором через элементы проходит один и тот же электрический ток (см. рис.2.3а).

Входное сопротивление участка цепи с последовательным соединением двух сопротивлений (рис.2.3 а) имеет вид:

$$R_{\text{посл}} = R1 + R2. \quad (2.8)$$

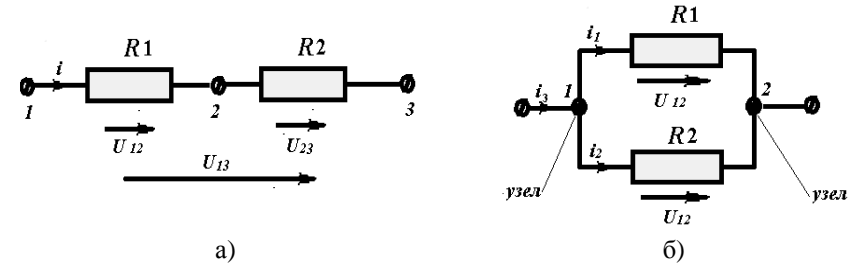


Рис.2.3 Соединение элементов электрической цепи

Узел – место соединения трех и более числа ветвей.

Параллельное соединение – это соединение, при котором две и более ветви подключены к одной и той же паре узлов. Следует отметить, что все эти ветви будут находиться под одним напряжением, но в каждой из ветвей будет протекать свой собственный ток.

Входное сопротивление участка цепи с последовательным соединением двух сопротивлений (рис.2.3 а) имеет вид:

$$R_{\text{парал}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.9)$$

3. Описание экспериментальной установки

На каждом лабораторном столе расположено следующее оборудование:

- **Персональный компьютер с программным обеспечением PcLab2000LT.** Основная часть измерений проводится с помощью указанного программного обеспечения (ПО). Диалоговые окна PcLab2000LT позволяют использовать USB-лабораторию PCSGU250 в качестве генератора, осциллографа, спектроанализатора, измерителя амплитудных и фазовых частотных характеристик, частотомера и др.;

- **USB-лаборатория PCSGU250** (приставка черного цвета). На лицевой панели приставки расположены три разъема: разъем генератора сигнала (Generator), два разъема измерительной части приставки (СН1 и СН2). Приставка снабжена АЦП и ЦАП, которые позволяют оцифровывать сигнал и выводить его на экран ПК в виде сигналов различной формы, частотных характеристик, спектра сигнала и пр.;

- **Вольтметр ВЗ-38А** - стрелочный прибор, который позволяет измерять действующее значение напряжения. Положение переключателя позволяет менять максимальное значение шкалы вольтметра от 3мВ (крайнее левое положение переключателя) до 100 В (крайнее правое). Вольтметр работает в диапазоне 20 Гц – 5МГц, входное сопротивление $R_{вх} \geq 4 \text{ МОм}$, $C_{вх \text{ собст.}} = 25 \text{ пФ}$;

- **Мультиметр VC9808+** предназначен для измерения индуктивности, [$\mu\text{H} - \text{H}$], емкости, [$\text{pF} - \mu\text{F}$], сопротивления, [Ω], частоты f (до 10 МГц), [MHz], величины постоянного тока и напряжения и действующего значения тока и напряжения гармонического сигнала частотой до 1 кГц;

- **Макет «Основы теории цепей 1»**, общий вид которого представлен на Рис.3.1. На лицевую часть макета вынесены только гнезда входов и выходов простейших элементов. Сами же элементы расположены на оборотной стороне макета в той же последовательности, как они указаны на лицевой части лабораторного макета.

Кроме того, на макете расположены гнезда трех цветов:

- **Красные гнезда** – гнезда сигнальной шины, накоротко соединенные между собой. К ним подключаются опорный вход измерительной аппаратуры и источники сигнала (генератор сигнала);

- **Белые гнезда** – гнезда общей шины (заземление) также соединены между собой накоротко. При выполнении лабораторных работ **обязательно** требуется заземлить и измерительную аппаратуру, и источники питания, и исследуемые схемы;

- **Черные гнезда** – входные разъемы элементов, которые подключаются к сигнальной или общей шинам макета «Основы теории цепей 1», а также между собой в зависимости от лабораторного задания.



Рис.3. 1 Макет «Основы теории цепей 1»

Правила подключения измерительных приборов к макету «Основы теории цепей 1»:

Подключения источников сигнала и измерительной аппаратуры осуществляется с помощью двужильного кабеля, жилы (провода) которого маркируются двумя цветами:

- **Общие провода (провода заземления)** маркируются **светло-коричневым цветом** и подключаются к **общей шине макета (белые гнезда)**;

- **Потенциальные провода синего цвета** подключаются к **сигнальной шине макета, (красные гнезда)**.

Для проведения лабораторной работы группе студентов необходимо собрать три схемы в соответствии с лабораторным заданием. Исследуемые схемы представлены на рис. 3.2:

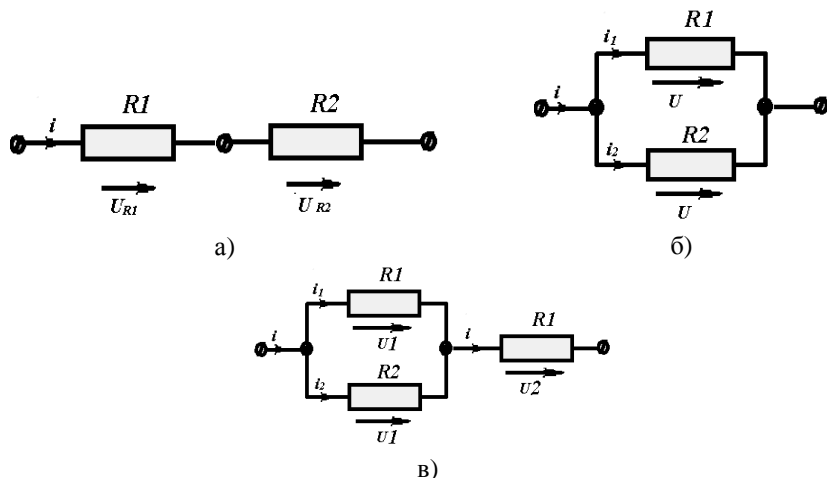


Рис. 3.2 Исследуемые электрические цепи

4. Лабораторное задание

В ходе лабораторной работы №1 студенту необходимо последовательно выполнить несколько заданий, которые позволят освоить методику измерения параметров гармонического сигнала и параметров электрических цепей.

4.1 Подготовка лабораторного оборудования к работе

- 1) Включить программу Pclab2000L, ярлык которой расположен на рабочем столе. На экране появится основное диалоговое окно программы (рис.4.1);
- 2) Соединить выход генератора PCSGU250, (разъём GENERATOR), с сигнальной и общей шиной макета «Линейные цепи 1»;
- 3) Включить режим генерации гармонического сигнала и установить действующее значение сигнала VRMS, значение которого указывает преподаватель (кнопка 1рис. 4.1);
- 4) С помощью окна установки частоты (кнопка 2, рис.4.1) установить частоту входного сигнала от 200 Гц до1000 Гц по указанию преподавателя;
- 5) Подключить к сигнальной шине макета синий провод кабелей CH1 и CH2 осциллографа PCSGU250, а к общей шине соответствующие коричневые жилы.
- 6) Запустить осциллограф, нажав кнопку RUN (кнопка 3, рис.4.1);

7) Включить режим отображения первого и второго каналов осциллографа (On, (кнопка 4, рис.4.1), и установить режим автоматического выбора режима отображения, Autoset (кнопка 5, рис.4.1);

8) На экране осциллографа (экран 6, рис.4.1)должен появиться синусоидальный сигнал;

9) Меняя положение движков смещения / Position (бегунок 7, рис.4.1), кнопок чувствительности каналов от 3V до 10mV (кнопки 8, рис.4.1) и кнопок Time/Div (кнопка 9, рис.4.1), добиться, чтобы на экране осциллографа отображалось 1.5-2 периода гармонического сигнала;

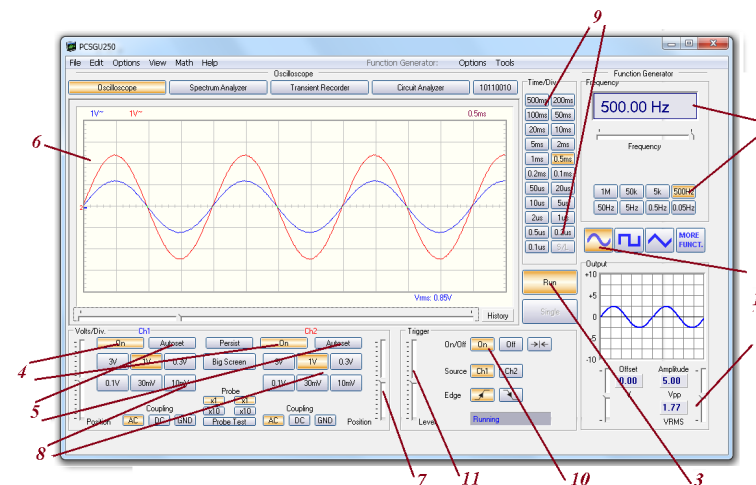


Рис. 4.1 Диалоговое окно программы Pclab2000LT

10) Включить режим запуска осциллографа от заданного уровня входного сигнала первого канала, Trigger On, Source CH1(кнопка 10, рис.4.1), движком уровня запуска Level (движок 11, рис.4.2)добиться устойчивого отображения сигналов;

11) Прodelать те же операции, для запуска второго канала;

12) Оставить включённым первый канал в режиме внешнего запуска и включить режим измерения действующего значения и маркерных измерений, выбрав пункты меню View/RMS Value и Markers (DSO) (окно 1, Рис.4.2)

На экране появятся линии маркеров (2, Рис.4.2), в нижней зоне окна осциллографа появятся значения dV (разница уровней напряжений горизонтальных линий маркера), dt (разница временных значений вертикальных линий маркера), 1/dt, (частота сигнала при условии, что маркерные линии от-

мечают начало и конец периода сигнала) и V_{rms} , - значение действующего напряжения;

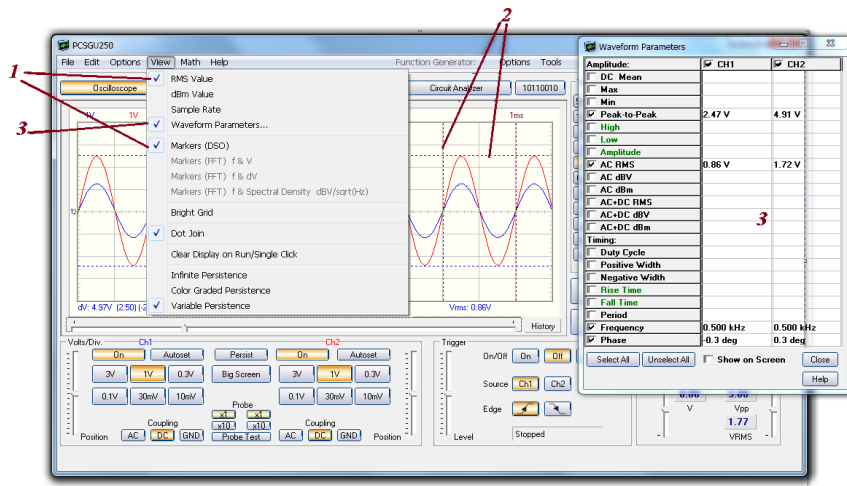


Рис.4.2 Настройка осциллографа

13) С помощью дополнительной опции в разделе *View/ Waveform Parameters* (окна 1 и 3, Рис.4.2) включить параметры гармонического сигнала (Peak-to-peak, AC RMS, Frequency, Phase) в режим измерения;

14) Подключить вольтметр ВЗ-38А к сигнальной шине лабораторного макета;

15) Оборудование готово к использованию.

4.2 Методика измерения амплитудного и действующего значений напряжения гармонического сигнала

1) Определить **пиковое значение** напряжения сигнала ($2U_m$), установив горизонтальные линии маркера на уровень максимального и минимального значений сигнала (окно 2, рис.4.2). Полученное значение напряжения занести в табл. 4.1;

2) Вычислить **амплитудное значение** напряжения по осциллографу: $U_m = \frac{2U_m}{2}$. Результаты вычислений занести в соответствующий столбец таблицы 4.1.

3) Вычислить **действующее значение** напряжения: $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$. Ре-

зультаты расчета занести в Таблицу 4.1.

4) Измерить **действующее значение** напряжения с помощью вольтметра, результаты занести в таблицу;

Таблица 4.1

Результаты измерений напряжения

$2U_m$, [В]	$U_{mOCЦ}$, [В]	U , [В]	U_V , [В]

5) Сравнить результаты измерений и сделать выводы о выполнении соотношения между **действующим** и **амплитудным** значениями сигнала.

4.3 Методика определения циклической и угловой частоты гармонического сигнала

1) Подготовить экспериментальное оборудование согласно п. 4.1 (1-13)

2) Выставить вертикальные линии маркера на начало и конец периода, по горизонтальной развертке в соответствии с масштабом, выбранном на осциллографе, вычислить период гармонического колебания, T [с]. Результат занести в табл. 4.2.

3) Косвенным методом определить **циклическую** и **угловую** частоты, т.е. по результатам предыдущего измерения периода, используя выражения (2.5) и (2.7) рассчитать значения указанных частот. Результаты расчета занести в табл. 4.2;

Таблица 4.2

Результаты измерений частоты

T , [с]	$f=1/T$, [Гц]	$\omega= 2\pi f$, [рад\с]	Частотомер f , [Гц]

4) Подключить к сигнальной шине мультиметр в режиме измерения частоты. Измерить частоту входного сигнала. Результаты измерений занести в табл.4.2;

5) Сравнить измеренное значение с результатом, полученным косвенным методом.

4.4 Проверка выполнения закона Ома для резистивного элемента при гармоническом входном воздействии. Косвенный метод измерения параметров цепи

- 1) С помощью дополнительных перемычек собрать последовательное соединение двух сопротивлений (рис.3.2 а), как показано рис.4.3а;
- 2) Подключить канал (CH1) параллельно измеряемому сопротивлению R_2 , как показано на рис.4.3а, при этом второй канал (CH2) осциллографа будет являться опорным, т.е. будет измерять параметры сигнала на входе;
- 3) Оставить настройки генератора сигнала, согласно п.4.1;

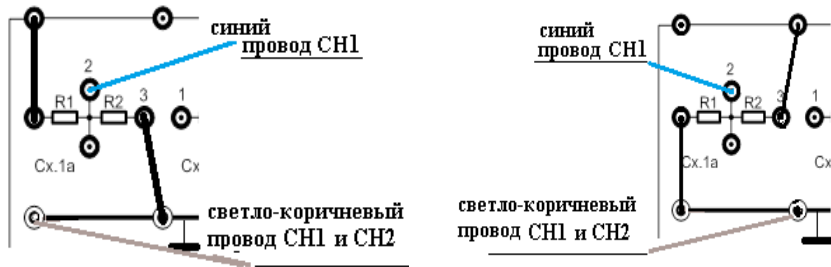
а) для измерения U_{R_2} б) для измерения U_{R_1}

Рис.4.3 Схема подключения исследуемой цепи и измерительной аппаратуры

- 4) Подключить вольтметр параллельно сопротивлению, измерить **действующее значение** напряжения U_{R_2} , результаты занести в табл.4.3;

Таблица 4.3

Результаты измерений и расчетов для последовательного соединения элементов

		$U_V, [V]$	$U_{Osc}, [V]$
U_{R_1}, V			
U_{R_2}, V			
I, mA	расчет		
	эксперимент		

- 5) По методике в п.4.2 измерить **действующее значение** напряжения U_{R_2} с помощью осциллографа, результаты измерений занести в табл. 4.3;

- б) Поменять положение дополнительных перемычек, как показано на рис.4.3б при этом положение вольтметра и выхода осциллографа оставить прежним. В таком случае вольтметр и осциллограф будут подключены параллельно R_1 , и все измерения будут проводиться относительно указанного элемента;

- 7) Измерить **действующее значение** напряжения U_{R_1} с помощью вольтметра и осциллографа (п.п. 4), 5)), результаты измерений занести в табл.4.3;

- 8) Приняв значение равным $R_1=R_2=1k\Omega$, рассчитать значение тока в цепи с помощью выражения (2.3). Результаты вычислений занести в графу табл. 4.3 (расчет);

- 9) Отключить исследуемую схему от сигнальной и общей шин;

- 10) Включить мультиметр в режим омметра;

- 11) Мультиметром измерить сопротивление R_1 , а затем сопротивление R_2 . Результаты измерений занести в соответствующие графы «эксперимент» табл.4.4;

Таблица 4.4

Результаты измерений параметров цепи

R_1, Ω	номинал	1000	
	эксперимент		
R_2, Ω	номинал	1000	
	эксперимент		
Последовательное соединение $R_1+R_2, [\Omega]$	номинал	2000	
	эксперимент		

- 12) По измеренным значениям сопротивлений R_1 и R_2 и их измеренным значениям напряжений U_{R_1} , U_{R_2} с помощью закона Ома (2.3) рассчитать значение тока в цепи. Результаты занести в табл. 4.3;

- 13) Значение тока в п. 14) получено косвенным методом;

- 14) Сравнить значение тока, полученное расчетным и экспериментальным путем. Сделать выводы;

- 15) Рассчитать значение входного сопротивления участка цепи с последовательно соединенными сопротивлениями R_1 и R_2 , полагая, что они равны друг другу и равны 1 кОм (2.8). Результаты занести в табл.4.3 «расчет»;

- 16) Подключить мультиметр к последовательному соединению R_1 и R_2 . Измерить входное сопротивление участка цепи. Результаты занести в табл.4.3 «эксперимент». Сделать выводы по полученным результатам;

- 17) Собрать схему параллельно-последовательного соединения (рис. 3.2в) с помощью дополнительных перемычек. Параллельное соединение резисторов подключить к сигнальной шине, одиночный резистор заземлить (рис.4.3а);

- 18) Повторить пункты 4.5. Напряжение на одиночном резисторе принять как $U_{один}$. Результаты занести в табл.4.5;

Таблица 4.5

Результаты измерений и расчетов для параллельно-последовательного соединения элементов

		$U_V, [V]$	$U_{осц}, [V]$
$U_{один}, V$			
$U_{ПАРАЛ}, V$			
$I_{общ}, mA$	расчет		
	эксперимент		

19) Поменять положение дополнительных перемычек, как показано на рис.4.36 при этом положение вольтметра и выхода осциллографа оставить прежним. В таком случае вольтметр и осциллограф будут подключены относительно параллельного соединения двух сопротивлений $R1$ и $R2$. Все измерения будут проводиться относительно указанного соединения. Измеряемое напряжение обозначить $U_{ПАРАЛ}$;

20) Повторить пункты 7) - 10) для действующего значения напряжения $U_{ПАРАЛ}$ и общего тока в исследуемой цепи. Результаты измерений занести в табл.4.5;

21) Мультиметром измерить параллельное соединение двух сопротивлений и отдельно соединенное сопротивление. Результаты занести в соответствующие графы «эксперимент» табл.4.6;

Таблица 4.6

Результаты измерений для параллельно-последовательного соединения элементов

$R1, \text{ Ом}$	номинал	1000	
	эксперимент		
$R2, \text{ Ом}$	номинал	1000	
	эксперимент		
Последовательно - параллельное соединение			
$\frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} + R1, [\text{Ом}]$		расчет	
		эксперимент	

22) По измеренным значениям сопротивлений и их измеренным значениям напряжений U_1, U_2 с помощью закона Ома (2.3) рассчитать значение общего тока в цепи. Результаты занести в табл. 4.5 «эксперимент»;

23) Рассчитать значение входного сопротивления участка цепи с параллельно - последовательно соединенными сопротивлениями, полагая, что они равны друг другу и равны 1 кОм (2.9). Результаты занести в табл.4.6 «расчет»;

24) Подключить мультиметр к параллельно - последовательному соединению сопротивлений. Измерить входное сопротивление участка цепи. Результаты занести в табл.4.6 «эксперимент». Сделать выводы по полученным результатам;

25) Сделать выводы по всем таблицам лабораторной работы №1;

26) Показать результаты измерений преподавателю;

27) Разобрать измерительную установку. Убрать рабочее место.

7.Список литературы

1. Попов В.П. Основы теории цепей.- М.: Высш.шк.,2005.-574с.(252 экз.)
2. Атабеков Г.И. Основы теории цепей.- СПб.: Лань,2009.-432с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=95

Приложение 1

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ СТУДЕНТОВ В ЛАБОРАТОРИИ № 314 КАФЕДРЫ ТОР

Общие требования мер безопасности.

Перед началом лабораторных работ студенты должны получить инструктаж по ТБ в лаборатории и ознакомиться с правилами эксплуатации лабораторных макетов и приборов, используемых при выполнении работ.

Инструктаж проводит преподаватель, проводящий занятия.

После инструктажа каждый студент должен поставить свою подпись в регистрационном журнале в том, что он ознакомился с правилами безопасности и обязуется строго их выполнять.

Студенты, не прошедшие инструктаж, к лабораторным работам не допускаются.

Требования безопасности перед началом работ

Не допускается загромождение рабочего места посторонними предметами (головные уборы, сумки, книги и т.д.). Строго запрещается класть эти предметы на приборы во избежание теплоотдачи и выхода приборов из строя.

К любому узлу схемы должен быть свободный доступ.

Проходы между столами, подходы к рубильнику силового щитка ВСЕГДА должны быть свободны.

Для электропитания приборов используется напряжение 220В промышленной частоты 50 Гц. Это напряжение является *опасным для жизни*. ПОЭТОМУ ОБЯЗАТЕЛЬНЫ СЛЕДУЮЩИЕ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ:

- 1) Автомат силовой сети включается **только** преподавателем;
- 2) Знакомство с приборами, макетами осуществляется **только** с разрешения преподавателя.

Требования безопасности во время работы

Надежное соединение корпусов приборов (общих проводов) необходимо в целях безопасности и устойчивой работы схемы. У ряда измерительных приборов общих проводов может быть два и более. Не путать их с потенциальными проводами!

Все соединения производить только изолированным проводом.

Измерительные приборы во избежание перегрузок должны быть поставлены на верхние пределы измеряемых величин.

Повышение чувствительности измерительных приборов и увеличение амплитуды напряжения источника производить до необходимых величин после включения в сеть и ее прогрева в течение 10-15 мин.

В целях безопасности категорически *запрещается*:

- 1) Производить переключение схемы, находящейся под напряжением;
- 2) Оставлять без наблюдения схему под напряжением;
- 3) Закорачивать блокировочные устройства;
- 4) Снимать и перевешивать предупреждающие и запрещающие плакаты;
- 5) Выключать приборы, макеты и др. электроустановки из сетевых розеток за электрошнур;
- 6) Вскрывать приборы.

В случае обнаружения неисправностей, необходимо оповестить преподавателя.

Требования безопасности по окончанию работы

После окончания работы все приборы и макеты выключить, схему разобрать, рабочее место привести в порядок.

Аккуратно расставить стулья.

Требования безопасности при аварийной ситуации

При появлении запаха гари, дыма или при возгорании принять меры по обнаружению источника возгорания и его ликвидации.

В случае пожара обесточить помещение, вызвать по телефону 01 пожарную службу, произвести эвакуацию людей, сообщить администрации о случившемся и приступить к тушению огня с помощью имеющихся средств пожаротушения.

В случае поражения человека электрическим током, необходимо быстро освободить пострадавшего от его действия (обесточив аудиторию). Если пострадавший находится без сознания, необходимо привести его в сознание, дав понюхать нашатырного спирта. Если пострадавший испытывает трудности с дыханием, немедленно вызвать врача, начать делать искусственное дыхание и непрямой массаж сердца до прибытия врача.

В случае затопления помещения водой, необходимо обесточить помещение, вызвать специалиста, вынести ценное оборудование и, при необходимости, сообщить администрации о случившемся.

Приложение 2**ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО КУРСУ ОТЦ.**

1. Ознакомиться с описанием лабораторной работы и измерительных приборов.
2. Выполнить домашнее задание.
3. В процессе работы каждым студентом *индивидуально* составляется отчет в рабочей тетради студента.
4. Работа считается выполненной после утверждения отчета преподавателем.
5. После окончания работы все приборы и макеты выключить, схему разобрать, рабочее место привести в порядок
6. К выполнению последующих работ допускаются студенты, полностью выполнившие предыдущие работы и показавшие свою подготовленность к следующей при собеседовании с преподавателем, либо прошедшие тестовый контроль знаний.
7. Студенты, не выполнившие работу в часы лабораторных занятий, обязаны выполнить ее в специально отведенное время до начала следующей лабораторного занятия.

Содержание и оформление отчета.

Отчет должен быть оформлен в соответствии с ОС ТУСУР 6.1-97 и содержать следующие пункты:

- 1) Титульный лист;
- 2) Цель исследования;
- 3) Схема экспериментальной установки (заносятся электрические и структурные схемы измерений);
- 4) Основные расчетные соотношения и домашнее задание (заносятся все расчетные соотношения, используемые при выполнении домашнего задания и в ходе выполнения лабораторной работы, пронумеровав их в соответствии с ГОСТ; указываются исходные данные для соответствующего варианта; оформляется домашнее задание в соответствии с вариантом студента, ссылаясь на основные расчетные соотношения);
- 5) Результаты работы и их анализ (заносятся результаты исследований в виде таблиц, проводятся необходимые вычисления на основании экспериментальных данных, строятся необходимые зависимости с указанием масштаба);
- 6) Выводы (описываются требуемые заключения на основании анализа расчетных и экспериментальных данных по каждому пункту лабораторного задания, делаются выводы по графическим зависимостям)

Приложение 3**Титульный лист (образец)****Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«Томский государственный университет систем управления и радио-
электроники»**

Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

***ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
И МЕТОДИКА ИХ ИЗМЕРЕНИЙ***

Отчет к лабораторной работе №1

Проверил:

Преподаватель

(должность, звание)

Ф.И.О

« ____ » _____ 2013

Выполнил:

Студент группы №

Ф.И.О.

« ____ » _____ 2013

Томск 2013

Приложение 4

PC-LAB2000LT, программное обеспечение для ПК приставок Velleman (краткая инструкция по применению)

PCSGU250 – это полная USB лаборатория в одном приборе. Прибор заменит в измерительном инструментарии инженера двухканальный осциллограф, спектроанализатор, самописец, функциональный генератор и плоттер Бодэ. С помощью генератора пользователь может создавать сигналы индивидуальной формы с помощью специального редактора сигналов. А для автоматизации измерений можно генерировать последовательности осциллограмм с помощью файла или порта компьютера. Для работы в демонстрационном режиме установка программного обеспечения не требуется.

Общие характеристики

- маркеры для амплитуды/напряжения и частоты/времени
- развязка по входу: DC, AC и земля
- разрешение 8 бит
- сохранение скриншота дисплея и данных измерений
- питание от USB порта* (500 мА)
- габаритные размеры: 205x55x175 мм

* Не рекомендуется использовать для питания прибора USB хаб. Это может привести к сбою в работе программного обеспечения.

Спектроанализатор (Spectrum Analyser)

- диапазон частот 0...120 Гц до 12 МГц
- линейная и логарифмическая шкала
- принцип работы: анализатор Фурье
- разрешение спектроанализатора: 2048 линий
- входные каналы 1 или 2
- функция масштабирования

Самописец (Transient Recoder)

- временная шкала: 20 мс/дел...2000 с/дел
- макс. длина записи: 9,4 часа/экран
- автоматическая запись в течение года
- автоматическое сохранение данных
- максимальное число выборок: 100/с
- минимальное число выборок: 1/20 с

Функциональный генератор

- частотный диапазон: синус 0.005 Гц...1000 кГц
- частотный диапазон: меандр и пила 0.005 Гц...500 кГц
- расширенная библиотека сигналов

- амплитудный диапазон: 100 мВ ампл. до 10 В ампл. (1 кГц, 600 Ом), выходной импеданс 50 Ом

Осциллограф (Oscilloscope)

- полоса пропускания: два канала от DC до 12 МГц, 3 дБ
- входной импеданс: 1 МОм/30 пФ
- максимальное входное напряжение: 30 В (AC+DC)
- временная развертка: 0.1 мкс...500 мс/дел
- развертка по вертикали: 10 мВ...3 В/дел
- показания: True RMS, dBV, dBm, пиковые измерения, рабочий цикл, частота и др.
- длина записи: 4К/канал
- скорость выборки: 250 Гц...25 МГц
- сохранение истории

Возможно измерение сразу по двум каналам CH1, CH2

Плоттер Бодэ (Circuit Analyzer)

- автоматическая синхронизация осциллографа и генератора
- частотный диапазон: 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 500 кГц
- начальная частота: 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц

Запуск программы

Найдите ярлык программы Pc-Lab2000LT (в меню Пуск – Все Программы – Приборы- Velleman - Pc-Lab2000LT или на Рабочем столе: Pc-Lab2000LT). Кликните на ярлыке для запуска программы. Может появиться сообщение « loading, please wait» (идет загрузка, подождите). На корпусе прибора загорится зеленый светодиод.

При запуске программы автоматически подгружается модуль осциллографа и генератора, показанный на рисунке ниже. Если возникла ошибка в работе (например, если прибор не определился компьютером) отключите и повторно подключите USB кабель. Проведите процедуру включения повторно.

Для включения режима demo версии, выберите меню Options (опции). А затем Hardware Setup – Demomode.

Примечания:

- При первом включении питания осциллографа он автоматически проведет процесс самокалибровки.

Структура модулей системы

Модуль функционального генератора

На рис. 1 представлено основное диалоговое окно программного обеспечения приставки Velleman. Для начала работы программы в качестве функционального генератора необходимо выставить в диалоговом окне режим Осциллографа (кнопка 10, рис.1). Выделенные на рисунке 1 кнопки позволяют управлять генератором и выполняют следующие функции:

- 1 - Выбор основных форм сигналов (возможно формирование произвольных форм сигнала [1]);
- 2 - Выбор требуемого частотного диапазона (5Гц – 1МГц);
- 3 - Установка точной частоты с помощью ползунка;
- 4 - Окно ввода конкретного значения частоты в окно;
- 5 - Регулировка сдвига сигнала относительно вертикальной оси осциллографа с помощью ползунка;
- 6 - Регулировка амплитуды входного сигнала генератора с помощью ползунка;
- 7 - Окно предварительного просмотра генерируемого сигнала;
- 8 - Кнопка тестирования пробников подает на выход прибора тестовый сигнал для калибровки щупов в режиме X10.

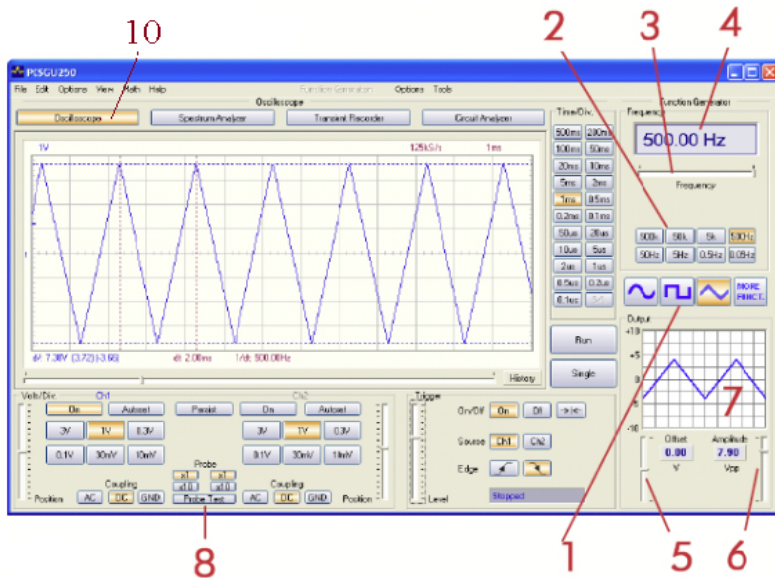


Рис. 1 Модуль генератора

Модуль осциллографа

Приставку Velleman (разъемы CH1 и CH2) подключите к тестируемой схеме макета в соответствии с требуемым заданием. Выберите режим работы системы Oscilloscope. В диалоговом окне модуля (Рис.2) для регулировки сигнала располагаются следующие кнопки:

- 1 – Индикатор триггера, который располагается с левой стороны экрана осциллографа (используется при триггерном запуске);
- 2 – Кнопка автоматических настроек “Autoset”;
- 3 - Движковый переключатель используется для выбора уровня триггера (используется при триггерном запуске);
- 4 – Кнопка выбора наклона сигнала (используется при триггерном запуске);
- 5 – Кнопка выбора канала триггера (используется при триггерном запуске);
- 6 – Кнопка вкл./ выкл. триггера (Trigger ON/OFF);
- 7 – Кнопка вкл./выкл. процесса RUN;
- 8 – Кнопка настройки горизонтальной развертки;
- 9 – Кнопка настройки вертикальной развертки;
- 10 – Кнопка выбора режима Осциллографа.
- 11 - Движковый переключатель положения сигнала с каналов CH1 и CH2 осциллографа относительно центра экрана;

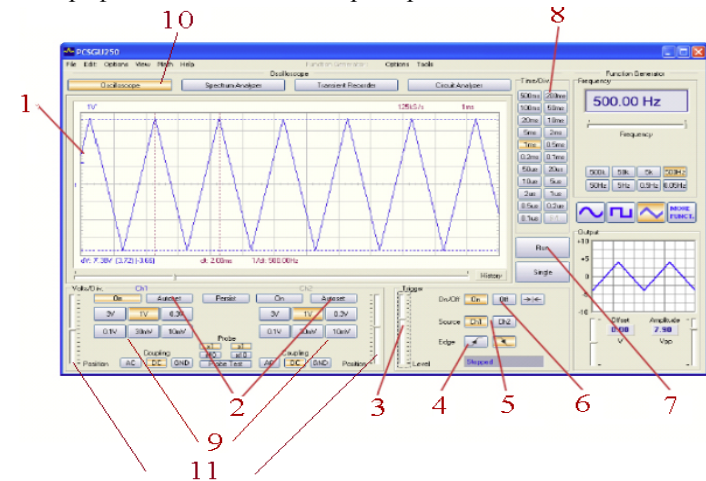


Рис. 2 Модуль осциллографа

Возможно изменение цветовой гаммы основного окна осциллографа. Для этого необходимо во вставке Options выбрать опцию Colors, далее в диалоговом окне выбрать настройку Black Screen. После выбора настройки произойдет изменение цвета экрана.

Кроме основного диалогового окна для просмотра максимального числа параметров сигнала используется диалоговое окно «Wave Parameters», которое расположено по адресу: View\Wave Parameters. Диалоговое окно представлено на Рис.3

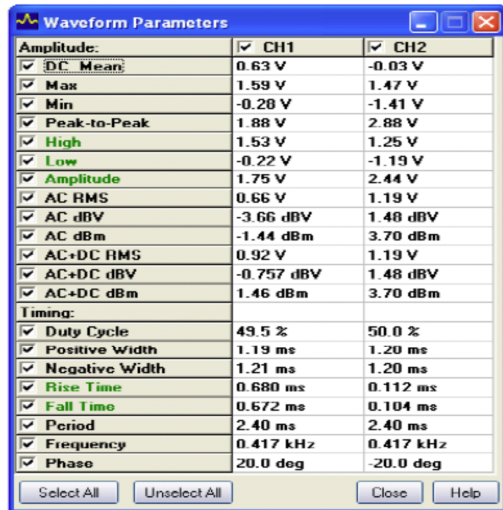


Рис.3 Диалоговое окно «Wave Parameters»

В данном окне галочкой отмечаются требуемые параметры. Значения выбранных параметров выводятся в соответствующих строках столбцов CH1, CH2. Основные параметры, используемые в измерениях:

- Max** – максимальное значение амплитуды сигнала;
- Min** – минимальное значение амплитуды сигнала;
- Peak-to-Peak** – удвоенное амплитудное значение сигнала;
- AC RMS** – действующее значение сигнала;
- Period** – период сигнала;
- Frequency** – частота сигнала
- Phase** – разность фаз между каналами CH1 и CH2.

Модуль плоттера Бодэ

Благодаря тому, что прибор представляет собой уникальную комбинацию генератора и осциллографа, он может автоматически строить график Бодэ, т.е. зависимости уровня напряжения и/или разности фаз от изменения частоты входного сигнала. Данный анализатор является незаменимым инструментом для анализа различных частотно зависимых устройств.

Порядок работы с анализатором частотных характеристик:

- 1) Для начала работы с данным прибором необходимо активировать окно анализатора (т.е. вызвать диалоговое окно с помощью кнопки (1) - **Circuit Analyzer**, рис. 4).

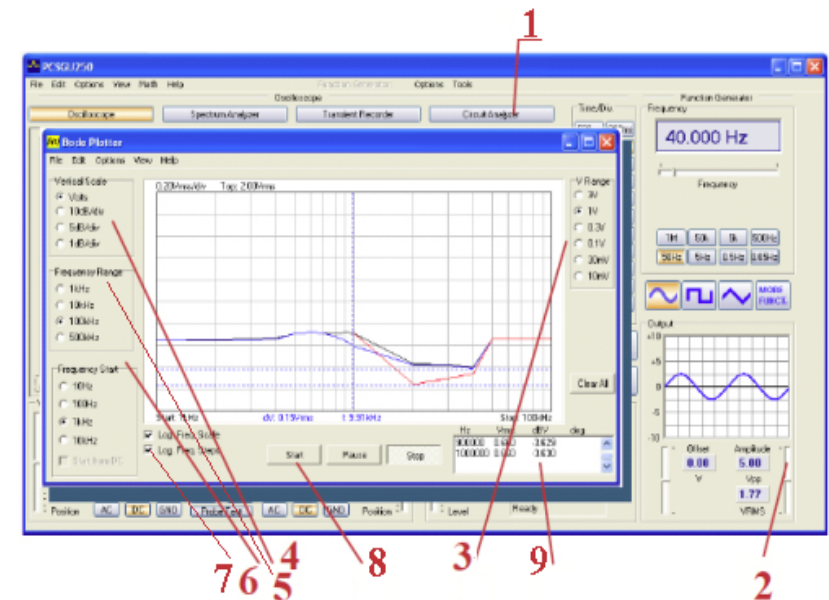


Рис. 4 Диалоговое окно Модуля плоттера Бодэ

- 2) Далее в зависимости от поставленной задачи необходимо подключить входы осциллографа (разъемы приставки CH1/CH2) к исследуемому узлу цепи или выходу тестируемого прибора.

Примечание: Для определения частотных свойств прибора необходимо, чтобы к выходу цепи\прибора был подключен выход осциллографа CH1, выход CH2 подключается ко входу всей цепи.

- 3) Чтобы подать сигнал на исследуемую цепь, подключите выход генератора (разъем приставки GENERATOR) к входу цепи/устройства.

Примечание: при выполнении лабораторных работ по дисциплине (ТЭЦ, ОТи, Электротехника сигнал подается на сигнальную шину, а далее с помощью дополнительных перемычек подключается к исследуемой схеме.

4) Отрегулировать параметры выходного сигнала генератора в диалоговом окне Осциллографа (рис. 4 кнопка(2), рис. 1 кнопки (5-7)) до требуемого уровня.

5) Провести настройки анализатора:

3 – Кнопка регулировки напряжения, т.е. максимальное значение на вертикальной оси анализатора;

4 – Кнопка регулировки масштаба напряжения (вольт\дел или дБ\дел);

5 – Кнопка выбора максимального значения частоты входного сигнала;

6 – Кнопка выбора значения частоты сигнала, с которого начинаются измерения;

7 – Кнопка выбора масштаба по оси частот (лог./лин.) (Log.Freq.Scale)/выбор шага изменения частоты генератора сигнала (лог./лин.) (Log.Freq.Step);

8 – Кнопка старта анализатора (Start);

9 – Окно измерений, в которое заносятся все значения напряжения и разности фаз при изменении частоты входного сигнала;

Примечание: Если сигнал выходит за границы экрана, отрегулируйте диапазон напряжения или уровень выходного сигнала генератора.

6) При одновременном исследовании амплитудно-частотных (АЧХ) и фазо-частотных (ФЧХ) характеристик цепей необходимо включить опцию построения ФЧХ (View\Phase Plot);

7) Для смены шага изменения частоты выбирается опция (Options\Frequency Step Size), далее в диалоговом окне выставляется масштаб изменения частоты входного сигнала;