

Голев Б.Ф., Дмитриев В.Д., Дубовик К. Ю.

**ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И МЕТОДИКА ИХ
ИЗМЕРЕНИЙ**

**Руководство к лабораторной работе №1
по курсу ОТЦ**

Томск 2011

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«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 дисциплине «Основы теории цепей» для студентов
радиотехнического факультета всех специальностей**

Разработчики:
доцент кафедры ТОР
Б.Ф. Голев
доцент кафедры ТОР
В.Д. Дмитриев
ст. преподаватель кафедры ТОР
Дубовик К.Ю.

Томск 2011

1. Цель работы

- Изучить правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ (Приложение 1).
- Ознакомиться с правилами выполнения лабораторных работ по курсу ОТЦ (приложение 2).
- Ознакомиться с измерительными приборами: генератором звуковых частот ГЗ-53, осциллографом С1-94, вольтметром ВЗ-38, мультиметром VC9808+.
- Усвоить основные понятия переменного напряжения и 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. Лабораторное задание

Используемые измерительные приборы:

Генератор гармонических колебаний ГЗ-53, осциллограф С1-94, универсальный измерительный мультиметр VC 9808+, вольтметр ВЗ-38, макет «Основы теории цепей 1» Рис.1.

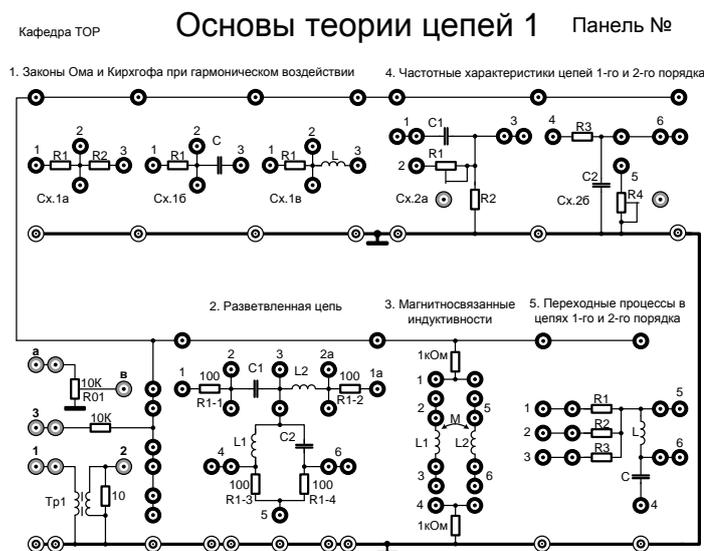


Рис.1 Макет «Основы теории цепей 1».

Правило подключения измерительных приборов: общие провода приборов маркируются серым цветом и подключаются к общему проводу макета «Основы теории цепей 1». Потенциальные провода темного цвета подключаются к сигнальной шине (красные гнезда).

1) Освоить методику измерения амплитудного и действующего значений напряжения гармонического сигнала.

- Подготовить генератор ГЗ-53 к работе в соответствии с краткой информацией об используемых приборах (Приложение 3);

- Соединить выход генератора ГЗ-53 с сигнальной и общей шиной макета «Линейные цепи 1». Установить частоту, указанную преподавателем. Рекомендуемые частоты 200 Гц...1000 Гц;

- Подключить к отмеченным шинам макета вольтметры ВЗ-38. Ручкой регулировки «уровень» установить напряжение 1В, осуществляя контроль с помощью вольтметров V1, V2.

-Подготовить к измерениям осциллограф С1-94.(См. п.3 Приложения)

- Подключить к отмеченным шинам макета сигнальный вход осциллографа С1-94. Установить чувствительность канала вертикального отклонения 0.5В/дел. С помощью ручек «уровень», «период» и «синхронизация» добиться устойчивого изображения гармонического сигнала. При этом, на экране осциллографа должно отображаться 1.5-2 периода гармонического сигнала.

- Скопировать на миллиметровую бумагу осциллограмму, причем масштаб соответствует 1 см на 1 деление осциллографа (рис.2).

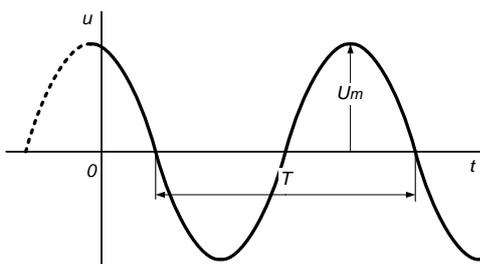


Рис.2 Параметры гармонического сигнала.

- Измерить *амплитуду* гармонического сигнала. Вычислить *действующее значение* напряжения: $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$. Результаты измерений и расчета занести в Таблицу 2.1.

Результаты измерений напряжения– Таблица 2.1.

$U_m, [V]$	$U_{расчет}, [V]$	$U_{V1}, [V]$	$U_{V2}, [V]$

- Произвести измерения с помощью вольтметров, результаты занести в Таблицу 2.1.

- Сравнить результаты измерений и сделать выводы о выполнении соотношения между действующим и амплитудным значениями сигнала.

2) *Определить циклическую и угловую частоту гармонического сигнала.*

- Зная значение времени на одно деление (клетку) осциллографа, определить период гармонического колебания $T[s]$. Рассчитать циклическую и угловую частоты. Циклическая частота (или просто частота) f определяется как величина, обратная периоду гармонического колебания:

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.1)$$

и измеряется в Герцах (Гц). Угловая частота ω равна произведению частоты f на 2π :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (2.2)$$

и измеряется в радианах в секунду (рад/с).

- Измерить циклическую частоту с помощью мультиметра VC 9808+. В этом случае переключатель режимов мультиметра перевести в положение «10 MHz» - измерение частоты; правый верхний переключатель «АС» - работа с гармоническим сигналом.

- Результаты измерений и расчета занести в Таблицу 2.2.

Результаты измерений частоты – Таблица 2.2

$T (с)$	$f=1/T (Гц)$	$\omega = 2\pi f (рад\с)$	VC 9808+ (Гц)

- Сравнить показания приборов с результатом, полученным с помощью осциллографа.

3) Проверить выполнение закона Ома для резистивного элемента при гармоническом входном воздействии. Частоту генератора ГЗ-53 не изменять.

Проверке подлежит сопротивление R2 Сх.1а макета «Основы теории цепей 1». Схема измерения представлена на рис.3.

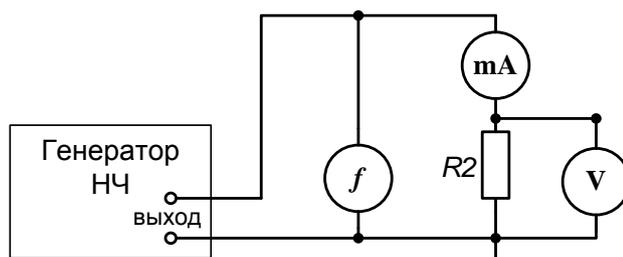


Рис.2 Схема измерения тока и напряжения на R2

Методические указания по подготовке измерительной установки к работе:

- Установить мультиметр VC 9808+ в режиме измерения тока 20 мА, «АС». Необходимо учесть подключение проводов к гнездам мультиметра.
- Соединить нулевые провода генератора ГЗ-53 и вольтметра ВЗ-38 с общей шиной и гнездо 3 резистора R2 Сх.1а макета «Линейные цепи».
- Сигнальный провод вольтметра ВЗ-38 (V2) и один из выводов мультиметра VC 9808+ подключить к гнезду 2 резистора R2.
- Второй вывод мультиметра VC 9808+ и сигнальный провод генератора ГЗ-53 соединить с сигнальной шиной.
- Установить частоту генератора ГЗ-53 $f=200$ Гц. С помощью переключателя «Пределы шкал» и ручкой «Регулировка выхода» генератора ГЗ-53 установить напряжение 1В на резисторе R2. Контроль осуществлять с помощью вольтметра ВЗ-38 (V2). Измерить величину протекающего через резистор тока.
- Повторить измерения на частоте 800 Гц.
- Результаты измерений занести в Таблицу 2.3.

Результаты измерений тока – Таблица 3.2.

	$f=200 \text{ Гц}$	$f=800 \text{ Гц}$	$f=0 \text{ Гц}$
$U_{R2}, \text{ В}$			
$I, \text{ мА}$			
$R, \text{ Ом}$			

Разобрать измерительную установку. Измерить величину сопротивления резистора R2 на постоянном токе ($f=0 \text{ Гц}$) с помощью мультиметра VC 9808+, переведя переключатель режимов в положение «Ω».

3. Обработка результатов измерения.

- Вычислить сопротивление R2 по измеренным значениям напряжения и тока на указанных частотах в соответствии с законом Ома:

$$R = \frac{U}{I}, \text{ Ом} \quad (2.3)$$

- Результаты расчета занести в Таблицу 2.3.
- Сравнить результаты расчета и измерения R2 на постоянном токе. Убедиться, что сопротивление резистора не зависит от частоты.

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 (Г4-102, Г4-106, С1-94 и т.д.) 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.
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 ГОСТ 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)

Титульный лист (образец)

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»**

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
« ____ » _____ 2011.

Выполнил:
Студент группы №
Ф.И.О.
« ____ » _____ 2011.

Томск 2011

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИБОРАХ

Генератор звуковых частот ГЗ-53 предназначен для создания гармонического напряжения в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. Имеет ступенчатую и плавную регулировки выходного напряжения до 3 В. Индикатор уровня выходного сигнала *не является* измерительным прибором!

Частотный диапазон разбит на четыре поддиапазона:

- от 20 Гц до 5 кГц
- от 5 кГц до 10 кГц
- от 10 кГц до 15 кГц
- от 15 кГц до 20 кГц

Выходное сопротивление генератора с левого выхода 600 Ом.

Подготовка генератора к работе:

- 1) Переключатель поддиапазонов «ПОДДИАПАЗОНЫ кГц» поставить в положение 0-5 кГц;
- 2) Установить большую и малую шкалы ручкой «Частота» на ноль;
- 3) Медленно поворачивать ручку «Установка нуля» до тех пор, пока стрелка вольтметра генератора, пройдя через ряд колебаний (быстрых и медленных), не станет на ноль (добиться нулевых биений);
- 4) Генератор будет установлен на нулевые биения, если стрелка вольтметра начинает колебаться при одинаковых поворотах малой шкалы влево и вправо на прозрачном колпаке;
- 5) Генератор готов к работе.

Осциллограф С1-94 предназначен для наблюдения и измерения параметров периодических сигналов в диапазоне от 5 Гц до 10 МГц.

Входное сопротивление 1 МОм, $C_{вх} = 40$ пФ (без учета соединительного кабеля).

Подготовка осциллографа к работе:

- 1) Установить органы управления прибора в следующие положения:
 - Переключатель $V_{дел}$ – «▼»;
 - Переключатель $время_{дел}$ – «2»;
 - Кнопку « $mS/\mu S$ » в положение « mS »;
 - Кнопку ЖДУЩ\АВТ – ЖДУЩ;
 - Кнопку Внеш\Внутр – Внутр.
 - Синхронизировать (останавливать) изображение ручкой «УРОВЕНЬ»;
- 2) Амплитуда калибровочных импульсов на экране ЭЛТ должна занимать 5 делений по вертикале.

3) Проверить калибровку коэффициента развертки. Для этого в положении «2» переключателя время\дел период калибровочного сигнала должен занимать 10 делений шкала ЭЛТ по горизонтали.

Вольтметр ВЗ-38 предназначен для измерения действующего значения гармонического напряжения в диапазоне 20 Гц – 5МГц, входное сопротивление $R_{вх} \geq 4 \text{ МОм}$, $C_{вх \text{ собст.}} = 25 \text{ пФ}$.

На каждом стенде установлены вольтметры со стрелочным и цифровым отсчетом.

Мультиметр VC 9808+ предназначен для измерения индуктивности, емкости, сопротивления, частоты f (до 10 МГц), величины постоянного тока и напряжения и действующего значения тока и напряжения гармонического сигнала частотой до 1 кГц.