

Организация работы в лабораториях кафедры физики и электротехники

Лабораторные занятия по электротехнике имеют целью:

- дать возможность изучить устройство и характеристики наиболее часто применяемых на практике электроизмерительных приборов, машин и аппаратов, составляющих предмет лабораторных работ;
- помочь овладеть практическими способами настройки и управления электротехнических устройств на требуемый режим;
- научить технике проведения экспериментального исследования физических моделей или промышленных образцов электротехнических устройств;
- выработать умения выносить суждения о рабочих свойствах и степени пригодности исследованных устройств для решения тех или иных практических задач.

В лабораториях электротехники студенты изучают явления, происходящие в электрических цепях, приобретают навыки в постановке эксперимента, наблюдения и регистрации различных процессов, знакомятся с конструкциями и методами испытаний трансформаторов, электрических машин, электронных устройств, электрических аппаратов и типовыми схемами управления электроприводом.

Оптимальный результат в обучении достигается при выполнении лабораторных работ бригадами не более 2-3 человек.

В лабораториях, оборудованных универсальными стендами, применяется фронтальный метод проведения занятий, т. е. все студенты одной учебной группы (подгруппы) выполняют бригадами работу на одну тему. Преимуществом такой организации лабораторных работ является возможность выполнения работ непосредственно после изложения соответствующей темы на лекциях, что способствует немедленному закреплению и расширению знаний студентов.

Фронтальная постановка лабораторных работ позволяет преподавателю руководить и контролировать действия студентов, давать для всей группы (подгруппы) указания по ходу выполнения лабораторной работы и раскрывать общие характерные ошибки студентов, выявленные во время проведения занятий.

На первом занятии преподаватель проводит вступительную беседу, делит подгруппу на бригады, проводит инструкцию по технике безопасности, знакомит студентов с тематикой работ, с применяемыми в лаборатории техническими средствами обучения.

Правила техники безопасности во время лабораторных занятий

Лабораторные стенды являются действующими электроустановками, и при определенных условиях могут стать источником опасности поражения электрическим током. Тело человека обладает свойством

электропроводности, и при соприкосновении с токоведущими частями установки, находящейся под напряжением, оно становится звеном электрической цепи. Возникающий в теле человека электрический ток может вызвать ожог кожи (электрическую травму) или нанести тяжелые поражения нервной, сердечной и дыхательной системе организма (электрический удар).

Установлено, что как постоянный, так и переменный электрические токи при определенных условиях и величине 0,05А являются опасными, а при величине 0,1А – смертельными. Поэтому следует всегда помнить о возможности поражения электрическим током и выполнять следующие правила:

1. Сборку электрической цепи следует производить только при отключенных источниках питания стенда.

2. Перед включением электрической цепи под напряжение переключатели пределов измерительных приборов необходимо установить в положения, превышающие ожидаемые значения измеряемых величин.

3. Включение источников электропитания разрешается только после проверки преподавателем правильности собранной электрической цепи.

4. При сборке электрической цепи необходимо обеспечить высокую плотность контактов всех разъемных соединений. Неиспользуемые провода следует убрать со стола в отведенное для них место.

5. Не следует пользоваться соединительными проводами без штырей и с неисправной изоляцией.

6. Все переключения, выполняемые по ходу работы, устранение замеченных нарушений в монтаже или разборка цепи под напряжением категорически запрещаются.

7. Помните, что отключенный конденсатор может сохранять опасный электрический заряд и не забывайте разрядить его до включения в цепь.

8. Не прикасайтесь к неизолированным элементам соединительных и коммутационных устройств, находящихся под напряжением.

9. Особую осторожность соблюдайте при исследовании участков цепей с последовательным соединением катушек индуктивности и конденсаторов.

10. Обнаружив любую неисправность в стенде (нагрев резисторов, катушки индуктивности, зашкаливание стрелок измерительных приборов) при выполнении лабораторного задания, немедленно отключайте сеть и сообщите об этом преподавателю.

В случае поражения электрическим током следует немедленно отключить установку от сети, освободив тем самым пострадавшего от действия электрического тока и поставить в известность о случившемся преподавателя.

К проведению лабораторных работ допускаются студенты, знающие правила техники безопасности и расписавшиеся в специальном журнале. Инструктаж по технике безопасности проводит преподаватель.

Ответственность за соблюдение правил техники безопасности возлагается на студентов, работающих в лаборатории, а контроль за их

выполнением ведется преподавателями и сотрудниками кафедры, участвующими в проведении лабораторных занятий.

Требования к подготовке, выполнению, оформлению и защите лабораторных работ

Для того чтобы студент мог проводить лабораторную работу сознательно, критически оценивая получаемые результаты, он обязан хорошо знать теоретические вопросы по теме лабораторной работы, программу и методику проведения эксперимента.

Степень подготовки студента к выполнению лабораторной работы устанавливается преподавателем по наличию в заготовленном отчете письменных ответов на контрольные вопросы и их правильности, а также по правильности ответов на вопросы преподавателя, задаваемые в устной форме в начале занятия.

Основные этапы работы студента следующие:

- подготовка к выполнению лабораторной работы;
- собеседование-допуск;
- выполнение лабораторного задания;
- обработка экспериментальных данных;
- анализ полученных результатов;
- оформление отчета и его защита.

1. Подготовка к выполнению лабораторной работы

Выполнению работы должно предшествовать:

- изучение теоретических вопросов (по литературе, указанной в описании лабораторной работы, по лекциям, по теоретическим сведениям, приведенным в описании);
- изучение описания лабораторной работы;
- составление письменных ответов на контрольные вопросы;
- составление протокола выполнения лабораторного задания, содержащего электрические схемы и таблицы для записи показаний приборов для каждого пункта задания;
- оформление результатов выполнения расчетного задания (если оно имеется в описании лабораторной работы).

Подготовленные материалы представляются каждым студентом отдельно в начале занятия преподавателю для собеседования по допуску к выполнению лабораторной работы.

2. Собеседование-допуск

Собеседование-допуск проводится в начале каждого лабораторного занятия перед выполнением лабораторных экспериментов. Во время собеседования студент должен ответить на вопросы преподавателя по существу предстоящей работы, технике эксперимента.

3. Выполнение лабораторного задания

3.1. Сборку электрической цепи следует начинать с ее токовой части, включая в каждую ветвь перемычку для замены ее при измерении тока амперметром. Провода от вольтметров и обмоток напряжения ваттметров и фазометров присоединяются к соответствующим точкам цепи в последнюю очередь.

3.2. Перед включением источника питания следует убедиться в правильности собранной схемы, показав ее преподавателю.

3.3. Не производя запись показаний приборов, следует убедиться экспериментально в возможности получить заданные пределы изменения режима работы цепи, определить качественно характер исследуемой зависимости и установить диапазоны изменения измеряемых величин.

3.4. Выполнить экспериментальное задание с записью показаний приборов в соответствующую таблицу протокола выполнения лабораторного задания.

3.5. По окончании каждой части эксперимента, не разбирая схему цепи, следует выключить питание, оценить правильность полученных результатов, обработать данные эксперимента и представить этот материал преподавателю для проверки. В случае необходимости повторить эксперимент, а в случае правильности – разобрать схему и приступить к выполнению следующего пункта лабораторного задания.

3.6. После получения правильных результатов по всем пунктам лабораторного задания следует представить протокол преподавателю для визирования.

4. Обработка экспериментальных данных и анализ полученных результатов

Отчет в целом должен быть составлен таким образом, чтобы для понимания содержания и результатов проведения работы не требовалось никаких устных пояснений.

Рекомендации по обработке результатов эксперимента

4.1. Снятые экспериментально зависимости величин следует обязательно отображать в виде графиков на миллиметровой бумаге. По осям следует указывать стандартные условные обозначения величин и единиц их измерения. На осях откладываются деления с одинаковыми интервалами (равномерный масштаб) в указанных единицах измерения. Величина, являющаяся аргументом, откладывается по оси абсцисс, а функция откладывается по оси ординат.

4.2. Векторные диаграммы, строящиеся по опытным данным, выполняются карандашом в масштабе, который указывается рядом с диаграммой, например, $m_U = 10 \text{ В/мм}$; $m_I = 0,1 \text{ А/мм}$. Кроме того, для каждой диаграммы указывается, для какой схемы она построена или какому режиму работы электрической цепи она соответствует.

4.3. Анализ полученных в работе результатов заключается в сопоставлении теоретических сведений с результатами эксперимента, в объяснении имеющих место расхождений теории и практики.

5. Оформление отчета и защита лабораторной работы

Отчет оформляется на листах из школьной тетради в клетку каждым студентом. Требования к содержанию отчета приводятся в описании каждой лабораторной работы. Отчет по каждой работе начинается с титульного листа (см. образец 1). Страницы отчета оформляются с нумерацией (см. образец 2), титульный лист не нумеруется.

Весь отчет в целом должен быть оформлен аккуратно.

В процессе защиты проверяется знание студентом техники проведения эксперимента, понимание результатов эксперимента и его анализа, а также знание основных вопросов теории, связанных с темой лабораторной работы.

К следующей лабораторной работе каждый студент представляет оформленный отчет по предыдущей работе и материал подготовки по следующей работе.

↕ 5

Учреждение образования
«Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

Кафедра «Физика и электротехника»

← 20 →

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 1.01

«Изучение лабораторного стенда»

5
◇

Стенд №

Выполнил студент гр. Э-21
Иванов И.И.

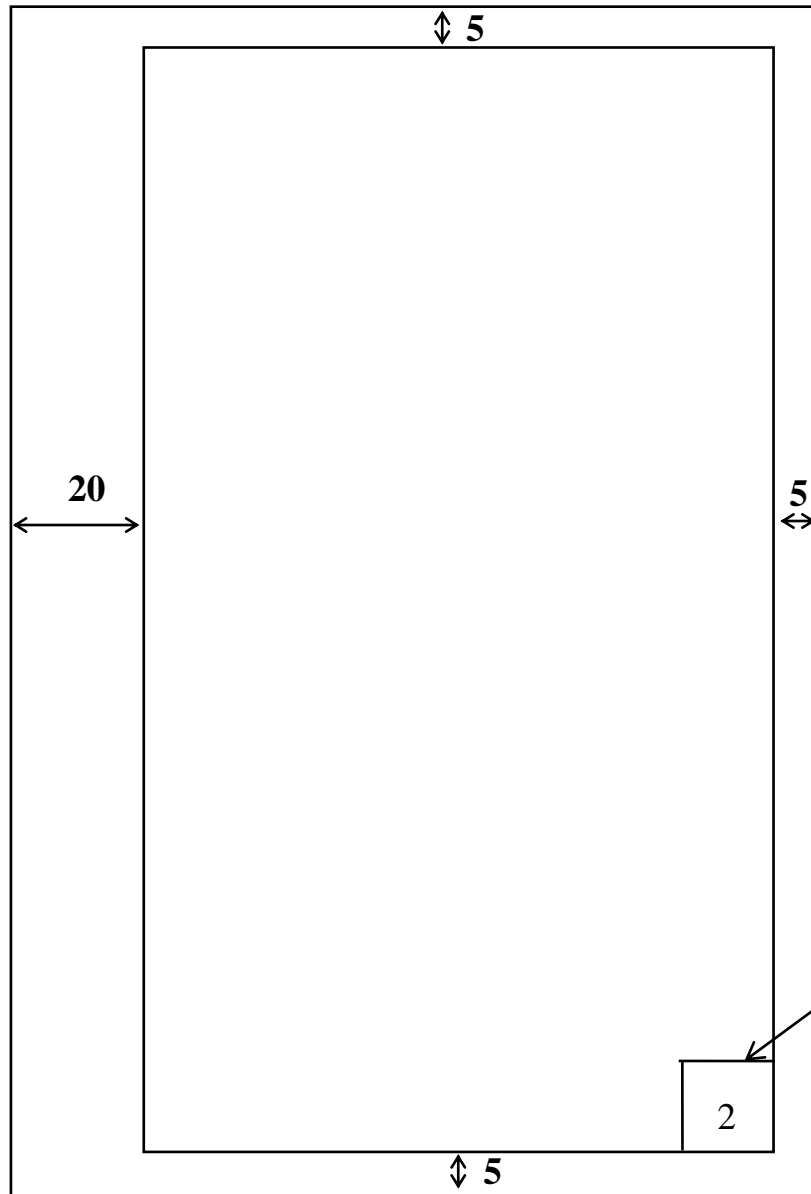
(дата)

принял преподаватель
Петров П.Н.

(дата)

Гомель 2020

↕ 5



Номер
страницы

Лабораторная работа № 1

Изучение лабораторного стенда

Цель работы:

- изучить устройство стенда, назначение, принцип работы и параметры источников питания;
- изучить назначение, метрологические параметры и правила эксплуатации измерительных приборов, входящих в лабораторный стенд;
- приобрести навыки сборки простейших электрических цепей и измерения токов, напряжений и активной мощности в цепях постоянного и синусоидального токов;
- приобрести навыки измерения параметров пассивных элементов стенда (резисторов, катушки индуктивности, батареи конденсаторов).

1. Краткие теоретические сведения

1.1. Электроизмерительные приборы, используемые в лабораторном практикуме

Выполнение лабораторных работ по электротехнике сопровождается измерениями тока, напряжения, мощности и других величин, что позволяет понять сущность исследуемых физических процессов и выявить характеристики того или иного электротехнического устройства. Для обеспечения правильности измерений необходимо грамотно использовать средства электрических измерений, уметь определять цену деления шкалы и снимать отсчеты измеряемых величин.

В состав стенда входят следующие измерительные приборы:

- ваттметр активной мощности Д5065, ГОСТ 8476-78, кл. = 0,5;
- фазометр Д5781, ГОСТ 8039-79, кл. = 0,5;
- встроенный вольтметр постоянного и переменного (синусоидального) тока с пределами 60 В и 300 В (позиция 8 на рис. 1);
- встроенные амперметры постоянного и переменного (синусоидального) токов с пределами 0,3; 1,5; 3,0 А (позиции 9, 10, 11, 12 на рис. 1).

Эти приборы позволяют измерять ток, напряжение и активную мощность методом непосредственной оценки, а также сопротивление, емкости, индуктивности и коэффициент мощности $\cos \varphi$.

1.2. Измерение токов

Измерение токов выполняется с помощью четырех встроенных в стенд амперметров. На лицевую панель выведен в каждом амперметре переключатель “Режим”, переключатель “Предел” и входные клеммы. При

этом амперметр включается в цепь последовательно с тем элементом, величину тока, протекающего через который, требуется измерить. При измерении тока в цепях постоянного тока переключатель “Режим” устанавливается в положение “-”, а при измерении в цепях синусоидального тока – в положение “~”. Предел измерения амперметра выбирается так, чтобы он был близок (не на много превышал) к значению измеряемого тока. Если же величина ожидаемого значения тока неизвестна, то следует устанавливать максимальное значение предела измерения.

Если N_I – число малых делений шкалы, на которое отклонилась стрелка амперметра, а I_n – установленный переключателем предел, то отсчет величины измеряемого тока определяется по соотношению:

$$I = C_I N_I, \quad (1.1)$$

где $C_I = \frac{I_n}{\alpha_{\max}}$ (А/дел) – цена деления шкалы амперметра;

α_{\max} – полное число делений шкалы;

I_n – установленный предел измерения тока.

1.3. Измерение напряжений

Измерение напряжений в цепях постоянного и переменного (синусоидального) токов осуществляется с помощью встроенного в стенд вольтметра 8. На лицевую панель выведены два переключателя “Режим”, “Предел” и входные клеммы.

Вольтметр включается в электрическую цепь параллельно тем точкам, разность потенциалов между которыми (электрическое напряжение), требуется измерить. При измерении напряжений в цепях постоянного тока, переключатель “Режим” устанавливается в положение “-”, а в цепях синусоидального тока – в положение “~”.

Если ожидаемое значение напряжения неизвестно, то следует установить переключатель “Предел” в положение 300 В. Отсчет величины измеряемого напряжения определяется по соотношению:

$$U = C_V N_V \text{ (В)}, \quad (1.2)$$

где $C_V = \frac{U_n}{\alpha_{\max}}$ (В/дел) – цена деления шкалы вольтметра;

α_{\max} – полное число делений шкалы;

U_n – установленный предел измерения напряжения.

Если напряжение измеряется в цепях постоянного тока и стрелка вольтметра зашкаливает влево до упора, то необходимо поменять местами провода, либо на клеммах вольтметра, либо на схеме. Аналогичные действия производятся и с амперметром в цепях постоянного тока.

1.4. Измерение активной мощности

Измерение активной мощности в цепях постоянного и переменного синусоидального токов производится с помощью однофазного ваттметра электродинамической системы типа Д5065, имеющего пределы измерения по току 2,5 А и 5,0 А, а по напряжению: 30, 75, 150, 300 и 600 В.

Предел по току выбирается клеммой токовой цепи прибора 2,5 А или 5 А, а предел по напряжению – кнопчным переключателем. Цена деления ваттметра определяется по соотношению:

$$C_W = \frac{U_H I_H}{\alpha_{\max}} \text{ (Вт/дел)}, \quad (1.3)$$

где U_H , I_H – установленные пределы измерения по напряжению и току;

α_{\max} – полное число делений шкалы ваттметра.

При этом отсчет измеряемого значения величины активной мощности определяется по соотношению:

$$P_W = C_W N_W . \quad (1.4)$$

Схема включения ваттметра приведена на рис. 1.1.

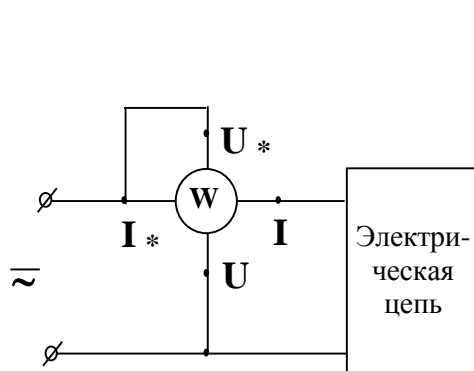


Рис. 1.1. Схема включения ваттметра в электрическую цепь

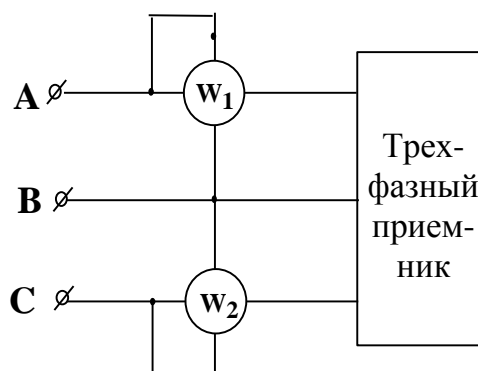


Рис. 1.2. Схема измерения активной мощности в трехфазной цепи методом двух ваттметров

Генераторные зажимы (помеченные звездочкой) ваттметра соединяются вместе. Последовательная (токовая) обмотка ваттметра включается последовательно с объектом измерения, а параллельная обмотка (обмотка U) – на зажимы исследуемого объекта или участка цепи (узловые точки цепи или зажимы источника ЭДС).

При измерении активной мощности в трехфазных трехпроводных цепях (при симметричном и несимметричном приемниках) используется метод двух ваттметров (рис. 1.2). При этом генераторные зажимы каждого ваттметра соединяют вместе и включают на зажимы А и С трехфазного

источника питания, а негенераторные зажимы обмоток напряжения подключают на свободную фазу В источника питания.

Активная мощность, потребляемая трехфазным приемником, определяется суммой показаний двух ваттметров $P = P_1 + P_2$.

1.5. Измерение разности фаз и коэффициента мощности в однофазных цепях

Измерение разности фаз между напряжением и током в однофазных цепях синусоидального тока осуществляется в лабораторной установке с помощью фазометра Д5781 электродинамической системы.

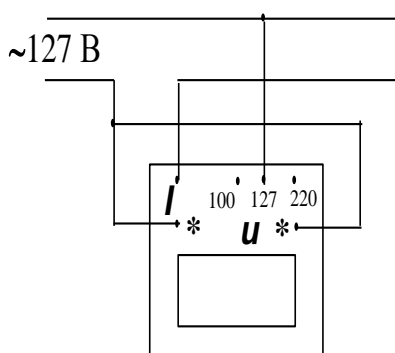


Рис. 1.3. Схема включения фазометра в цепь

Измерительный механизм фазометра представляет собой электродинамический логометр. Указатель фазометра стрелочный нитевидный. Механический нуль отсутствует. У выключенного фазометра указатель может занимать любое положение на циферблате, так как подвижная часть не имеет противодействующих пружин. Успокоение подвижной части фазометра магнитоиндукционное. Время установления показаний не превышает 4 с.

Схема включения фазометра представлена на рис. 1.3.

Для уменьшения погрешности от собственного потребления мощности выбор положения переключателя номинального тока фазометра рекомендуется производить по таблице 1.1.

Таблица 1.1

Номинальное напряжение фазометра, В	Ток в нагрузке (А) в диапазоне	Положение переключателя номинального тока
100, 127	1 - 2	5 А
	2 - 10	10 А
220-380	1 - 5	5 А
	5 - 10	10 А

Переключатель направления энергии “Генератор-приемник” устанавливается в одно из положений (до упора), чтобы стрелка находилась в пределах шкалы. Отсчет значений φ и $\cos \varphi$ осуществляется по соответствующим шкалам. При индуктивной нагрузке $\varphi > 0$, а при емкостной $\varphi < 0$.

1.6. Измерение электрических сопротивлений

Измерение электрических сопротивлений постоянному току с помощью приборов, входящих в лабораторную установку, можно осуществить с помощью амперметра и вольтметра.

Определение величин электрического сопротивления с помощью амперметра и вольтметра.

Этот метод позволяет измерять малые и средние значения электрических сопротивлений по схемам, представленным на рис. 1.4а и 1.4б.

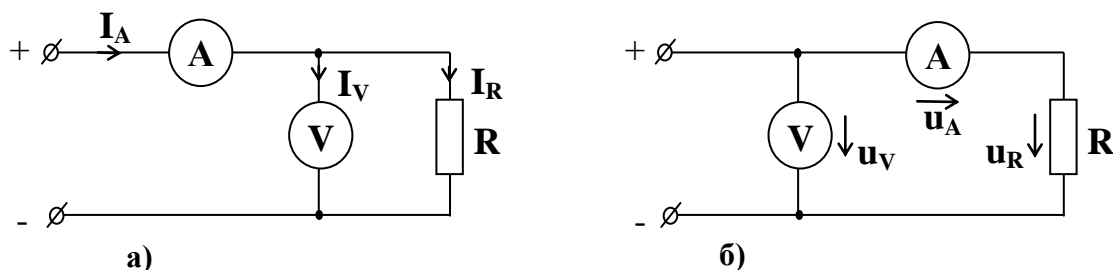


Рис. 1.4. Схемы измерения малых (а) и средних (б) значений электрических сопротивлений по методу амперметра-вольтметра

Для схемы на рис. 1.4а $I_A \approx I_R$ (так как $I_V \ll I_R$), а для схемы на рис. 1.4б $u_V \approx u_R$ (так как $u_A \ll u_R$).

Величина измеряемого сопротивления R_X определяется по закону Ома, по показаниям вольтметра и амперметра

$$R_X = \frac{u_V}{I_A}. \quad (1.5)$$

1.7. Измерение индуктивности

Величину индуктивности катушек или обмоток реле, двигателей и др. с помощью приборов, входящих в лабораторную установку, можно определить косвенным методом по следующей методике:

- методом вольтметра-амперметра измеряется активное сопротивление

$$R_K = \frac{u_-}{I_-}$$

на постоянном токе по схеме на рис. 1.4а, где вместо R_X

подключается катушка;

- подав на вход схемы на рис. 1.4а переменное синусоидальное напряжение частоты 50 Гц, определяется полное сопротивление катушки

$$Z_K = \frac{U_{\sim}}{I_{\sim}} = \sqrt{R_K^2 + X_K^2};$$

- определяется индуктивность катушки $L = \frac{X_K}{2\pi f}$, где $X_K = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2}$

, $f = 50$ Гц.

1.8. Измерение емкости

Величину емкости батареи конденсаторов можно определить по схеме на рис. 1.4б, запитав ее переменным (синусоидальным) напряжением U_{\sim} частоты $f = 50$ Гц и подключив вместо R_X батарею конденсаторов. При

этом $C = \frac{1}{2\pi f X_C}$, где $X_C = \frac{U_{\sim}}{I_{\sim}}$ – реактивное сопротивление батареи конденсаторов.