



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
Учебно-методическая документация

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

ОП. 04 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

квалификация выпускника:
техник по компьютерным системам

(базовая подготовка)

Разработчик:

Преподаватель ПТК МПК НовГУ С.Г. Петрушевская

Методические рекомендации по учебной дисциплине «Электротехнические измерения» приняты на заседании предметной (цикловой) комиссии дисциплин профессионального цикла колледжа, протокол № 1 от 05.09.2014 г.

Председатель предметной (цикловой) комиссии *Л.Н.* Цымбалюк Л.Н.

Содержание

Пояснительная записка	4
Тематический план.....	5
Содержание практических занятий.....	7
Практическое занятие № 1.....	7
Практическое занятие № 2.....	13
Приложение А.....	18
ПриложениеБ.....	19
Приложение Д.....	20
Информационное обеспечение обучения.....	21
Лист регистрации изменений.....	22

Пояснительная записка

Методические рекомендации по практическим занятиям, являющиеся частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Электротехнические измерения» составлены в соответствии с:

1. Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы.
2. Рабочей программой учебной дисциплины;
3. Положением о планировании, организации и проведении лабораторных работ и практических занятий студентов, осваивающих основные профессиональные образовательные программы среднего профессионального образования в колледжах НовГУ.

Методические рекомендации включают 2 практические работы, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины в объёме 4 часов.

В результате выполнения практических работ обучающийся должен:

-уметь:

- классифицировать основные виды средств измерений;
- применять основные методы и принципы измерений;
- применять методы и средства обеспечения единства и точности измерений;
- применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы;
- применять генераторы шумовых сигналов, акустические излучатели, измерители шума и сигналов, измерительные микрофоны, вибродатчики;
- применять методические оценки защищенности информационных объектов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

-знать:

- основные понятия об измерениях и единицах физических величин;
- основные виды средств измерений и их классификацию;
- методы измерений;
- метрологические показатели средств измерений;
- виды и способы определения погрешностей измерений;
- принцип действия приборов формирования стандартных измерительных сигналов;
- влияние измерительных приборов на точность измерений;
- методы и способы автоматизации измерений тока, напряжения и мощности.

Критерии оценки

В конце практической работы студент получает дифференцированную оценку, учитывающую качество проведенной работы.

Оценка «5»-самостоятельное и уверенное применение знаний в практической деятельности, выполнение заданий воспроизводящего характера, правильное и точное выполнение и оформление отчетов.

Оценка «4»-применение знаний в практической деятельности, самостоятельное выполнение заданий воспроизводящего характера, с незначительной помощью преподавателя, точное выполнение и оформление отчетов с тремя-четырьмя недочетами.

Оценка «3»-недостаточная самостоятельность (учащийся нуждается в наводящих вопросах преподавателя) при применении знаний в практической деятельности, выполнение заданий воспроизводящего характера с помощью преподавателя, небрежное оформление отчета.

Оценка «2»-неумение применять знания в практической деятельности, учащийся не может самостоятельно выполнить задания, допущение логических ошибок при оформлении отчета.

2. Тематический план дисциплины «Электротехнические измерения»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Раздел 1	Основы метрологии и измерительной техники	20	
Тема 1.1. Понятие об измерениях и единицах физических величин	Основные понятия метрологии, физическая величина, единицы физических величин, различные международные системы измерений, их значение и применение, системы единиц физических величин, эталоны. Виды и методы измерений: непосредственной оценки, косвенный метод, методы сравнения. Средства измерений: определение, классификация.	2	1
	Лабораторная работа 1. Физические величины	2	
	Самостоятельная работа 1. Подготовка отчета по лабораторной работе	2	
Тема 1.2. Точность измерений.	Понятие погрешности, классификация: погрешность результата измерений, погрешность средств измерений, классы точности средств измерений. Влияние средств измерений на точность измерений. Обработка результатов измерений: обработка прямых измерений и косвенных измерений.	2	2
	Практическая работа 1. Расчет погрешности измерений. Обработка результатов измерений.	2	
	Самостоятельная работа 2. Подготовка отчета по практической работе.	2	

Тема 1.3. Классификация измерительных приборов.	Классификация электроизмерительных приборов по принципу действия, по классу точности, по роду тока, по влиянию электромагнитных полей и окружающей среды. Цена деления, чувствительность прибора. Условные обозначения, наносимые на шкалу аналоговых электроизмерительных приборов. Общее устройство электроизмерительных приборов. Принцип действия. Основные элементы конструкции: Отсчетные устройства. Шкалы приборов. Успокоители. Спиральные пружины и растяжки. Приборы электромагнитной, магнитоэлектрической, электродинамической и индукционной систем. (Выпрямительная система). Область применения, достоинства и недостатки.	1	2
	Контрольная работа 1 по разделу 1. Основы метрологии и измерительной техники	1	
	Лабораторная работа 2. Изучение системы обозначений измерительных приборов и принцип действия измерительных механизмов различных систем.	2	
	Самостоятельная работа 3. Подготовка отчета по лабораторной работе	4	
Раздел 2.	Измерения в цепях постоянного и переменного тока низкой частоты	27	
Тема 2.1. Измерение тока	Приборы для измерения тока: определение, классификация, условное обозначение, характеристики, схемы включения приборов, расширение пределов измерений.	2	2
Тема 2.2. Измерение напряжения.	Приборы для измерения напряжения: определение, классификация: аналоговые, электронные, цифровые. Условное обозначение, структурные схемы, характеристики, схемы включения приборов, расширение пределов измерений. Достоинства и недостатки.	2	2
	Лабораторная работа 3. Измерение напряжения аналоговым и цифровым вольтметрами	2	

	Практическая работа 2. Расчет шунтов и добавочных сопротивлений.	2	
	Самостоятельная работа 4. Подготовка отчета по лабораторной работе.	2	
	Самостоятельная работа 5. Подготовка отчета по практической работе.	2	
Тема 2.3. Измерение мощности	Особенности измерения мощности. Измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока промышленной частоты. Метод амперметра-вольтметра. Электродинамические ваттметры. Измерение реактивной мощности. Измерение энергии цепей однофазного тока и тока промышленной частоты.	2	2
	Лабораторная работа 4. Измерение мощности в однофазной цепи прямым и косвенным методом.	2	
	Самостоятельная работа 6. Подготовка отчета по лабораторной работе.	2	
Тема 2.4. Измерение параметров электрических цепей.	Общая характеристика параметров электрических цепей. Измерение электрического сопротивления: косвенное и прямое измерение, мостовой метод. Измерение параметров цепи переменного тока-RLC: метод непосредственной оценки параметров. Мостовой метод измерения R, L и C. Способы подключения измеряемого объекта к измерительной цепи.	2	2
	Лабораторная работа 5. Измерение сопротивления косвенным методом.	2	
	Лабораторная работа 6 Измерение мостовым методом.	2	
	Самостоятельная работа 7. Подготовка отчетов по лабораторным работам	3	
Раздел 3.	Приборы формирования стандартных измерительных сигналов	8	
Тема 3.1. Измерительные трансформаторы тока и	Измерительные трансформаторы тока Назначение. Устройство. Обозначение выводов. Стандартные величины вторичного тока.	2	2

напряжения.	Включение измерительных трансформаторов тока в измеряемую цепь. Включение электроизмерительных приборов во вторичную обмотку трансформаторов тока. Техника безопасности при работе во вторичных цепях измерительных трансформаторов тока.		
Тема 3.2. Измерительные генераторы сигналов.	Генераторы низкой частоты: определение, назначение, марки. Структурная схема генератора низкой частоты. Выходное устройство. Генераторы высокой частоты: определение, назначение, марки. Функциональные схемы генераторов высокой частоты. Генераторы импульсов: назначение, марки, структурная схема генератора импульсов. Принцип формирования импульсов.	2	2
	Лабораторная работа 7. Измерение выходных параметров генераторов.	2	
	Самостоятельная работа 8. Подготовка отчета по лабораторным работам	2	
Раздел 4	Исследование формы и измерение параметров сигналов	12	
Тема 4.1. Способы отсчета напряжения и временных характеристик	Назначение, марки, параметры, обобщенная структурная схема осциллографа, виды разверток, виды синхронизации. Техника осциллографических измерений. Погрешности, возникающие при измерении. Методы уменьшения погрешности.	2	2
	Лабораторная работа 8. Изучение электронного осциллографа.	2	
	Лабораторная работа 9: Измерение параметров синусоидального сигнала (U_m, T, f) с помощью осциллографа	2	
	Самостоятельная работа 9. Подготовка отчета по лабораторной работе	4	
Тема 4.2. Измерение фазового сдвига и частоты.	Методы измерения частоты. Приборы для измерения частоты: классификация, марки, параметры. Измерение частоты и временных интервалов: требования к точности измерения частоты. Измерения частоты методом сравнения.	2	2

	<p>Электронно-счетные частотомеры: упрощенная структурная схема, назначение элементов.</p> <p>Измерение сдвига фаз: общие сведения о фазе и фазовых сдвигах.</p> <p>Методы измерения сдвига фаз и их краткая характеристика.</p>		
Раздел 5	Автоматизация измерений.	2	
Тема 5.1. Автоматизированные измерительные системы	<p>Классификация автоматизированных средств измерений.</p> <p>Понятие о гибких измерительных системах, измерительно-вычислительных комплексах, контрольно-измерительных системах.</p> <p>Роль автоматизированных систем управления в технологическом процессе. Структурная схема автоматизированной системы управления. Характеристика измерительных приборов, входящих в АСУ.</p> <p>Современный уровень электротехнических измерений.</p> <p>Многофункциональные микропроцессорные приборы контроля, измерения, учета, записи и хранения параметров электрических величин. Многофункциональные микропроцессорные счетчики электрической энергии. Телеизмерения.</p>	2	1
	Всего	69	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – **ознакомительный** (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – **репродуктивный** (выполнение деятельности по образцу, инструкции, или под руководством)
3. – **продуктивный** (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

Содержание практических работ

Раздел 1. Основы метрологии и измерительной техники

Тема 1.2. Точность измерений

Практическая работа 1. «Расчет погрешности измерений. Обработка результатов измерений». Объем учебного времени – 2 часа.

1.Цель работы

Получение практических навыков определения и оценки погрешностей прямых и косвенных измерений.

В результате выполнения практической работы студенты должны:

уметь:

- определять погрешности измерений по формулам;
- делать обобщающие выводы.

знать:

- определение погрешности;
- классификацию погрешностей;
- влияние погрешностей на результат измерений;
- правила обработки результатов измерений.

2.Правила техники безопасности

(Приложение Д).

3.Основные теоретические положения

3.1. Виды измерений

Все измерения можно разделить на два типа: прямые и косвенные.

Прямые измерения – это такие измерения, при которых измеряется непосредственно интересующая физическая величина (длина, интервал времени, масса, температура и т.д.).

Косвенные измерения – это такие измерения, при которых интересующая исследователя физическая величина определяется (вычисляется) из результатов прямых измерений других величин, связанных с ней определенной функциональной зависимостью (скорости по измерениям пути и времени, плотности тела по измерениям массы и объема).

Общая черта измерений – невозможность получения истинного значения измеряемой величины, поскольку результат измерения всегда содержит какую-то ошибку (погрешность). Это объясняется как точностью самого измерения, так и природой измеряемых объектов. Поэтому, чтобы указать, насколько полученный результат близок к истинному значению, вместе с ним указывают ошибку измерения. Оценка ошибок необходима, т. к. не зная, каковы они, нельзя сделать определенных выводов из эксперимента. Обычно рассчитывают абсолютную и относительную ошибку измерения.

3.2. Погрешности измерений

Оценка величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц называется значением физической величины.

Истинным значением физической величины называют такое значение, которое идеальным образом отражает в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта, то есть истинное значение измеряемой величины - значение, свободное от погрешностей, обозначается символом A .

Действительное значение физической величины - это значение, найденное экспериментальным или теоретическим путем и настолько приближающееся к истинному, что для данной цели может быть использовано вместо него – обозначается тоже символом- A .

Измеряемое значение физической величины - это показание прибора - A_x .

Погрешность измерения - отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины,

В зависимости от формы выражения погрешности делятся на абсолютную, относительную, приведенную.

Разница между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины называется абсолютной погрешностью измерения.

$$\Delta A = A_x - A \quad (1)$$

ΔA - абсолютная погрешность

A_x - измеряемая величина

A - истинное значение измеряемой величины

Относительная погрешность измерения - отношение абсолютной погрешности измерения к истинному (действительному) значению измеряемой величины, выраженное в процентах.

$$\delta = \frac{\Delta A}{A} * 100\% \quad (2)$$

В современных ГОСТах нет, но в паспортах на прибор встречается понятие - относительная нормальная (номинальная) погрешность:

$$\delta_n = \Delta A / A_x * 100 \quad (3)$$

Для сравнения приборов между собой введено понятие приведенная погрешность прибора. Она равна отношению абсолютной погрешности к значению шкалы, которое принимается равным номинальному значению (предельному), выраженная в процентах:

$$\gamma = \Delta A / A_{\text{ном}} * 100\% \quad (4)$$

Класс точности электроизмерительного прибора определяется в зависимости от величины приведенной погрешности. Число, соответствующее приведенной погрешности, не должно превышать величины, соответствующей классу точности. У аналоговых стрелочных электроизмерительных приборов существует девять классов точности;

0.02;0.05;0.1;0.2;0.5;1;1.5;2.5;4. Например, для класса точности 0.05 $\gamma=0,05\%$

В зависимости от условий измерения абсолютная и относительная погрешности могут быть основными и дополнительными. Основной погрешностью называется погрешность, свойственная прибору в нормальных условиях; давление (750 ± 30) мм ртутного столба, влажность $(65 \pm 15)\%$. $V=220V \pm 10\%$; $t^i = (20 \pm 5)^i$ C

При изменении условий эксплуатации прибора от нормальных появляется дополнительная погрешность. Так, изменение температуры приводит к появлению дополнительной температурной погрешности.

Если одно и тоже измерение производят несколько до (10) раз, то находят среднее показание – A_{cp} , как сумму всех показаний, деленную на количество измерений:

$$A_{cp} = A_1 + A_2 + \dots + A_n / n$$

Далее находят остаточные погрешности как разность между каждым измеренным и средним показанием.

$$\Delta A^1 = A^1 - A_{cp}$$

$$\Delta A^2 = A^2 - A_{cp}$$

.....

$$\Delta A_n = A_n - A_{cp}$$

Средняя квадратичная погрешность ΔA_{cp} определяется как

$$\Delta A_{cp} = \sqrt{\frac{\Delta A_1^2 + \Delta A_2^2 + \Delta A_3^2 + \dots + \Delta A_n^2}{n - 1}}$$

В зависимости от характера измеряемой величины и от требований производства следует заранее - перед измерением предъявлять определенные требования к точности измерений и согласно им выбирать метод измерения и соответствующую измерительную аппаратуру.

3.3. Обработка результатов прямого измерения

При проведении повторных измерений какой-либо случайной величины достаточно часто получаются несколько различные результаты, что вызвано действием случайных факторов, которые невозможно устранить в процессе эксперимента. Предположим, что проводится измерение случайной величины X и в результате n проведенных измерений получается ряд значений: X_1, X_2, \dots, X_n . Имея данные эксперимента можно дать оценку результата измерений. Наиболее часто за приближенное значение измеряемой величины принимают среднее арифметическое

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Но это среднее значение \bar{X} не будет представлять собой истинного значения измеряемой величины, а только его приближенную оценку. Поэтому далее необходимо оценить его ошибку ΔX , величина которой связана с надежностью (доверительной вероятностью). В итоге приходим к записи результата измерений в виде доверительного интервала:

$$\bar{X} \pm \Delta X.$$

Таким образом, задача заключается в том, чтобы по данным эксперимента найти приближенную оценку результата измерений \bar{X} и его ошибку ΔX (для заданной надежности γ).

Для оценки случайной погрешности измерения используют среднее квадратичное отклонение σ :

$$\sigma = \sqrt{D},$$

где D – дисперсия, характеризующая разброс случайных величин вокруг среднего значения:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

Для расчетов используют формулу:

$$D = \overline{X^2} - (\bar{X})^2.$$

Если число измерений мало ($n < 30$) и информации недостаточно, то оценку рассеяния "уточняют" и применяют исправленную дисперсию и исправленное среднее квадратичное отклонение:

$$S^2 = \frac{n}{n-1} D \text{ и } S = \sqrt{S^2}.$$

Случайная погрешность измерения, характеризующая точность определения среднего арифметического, оценивается стандартной ошибкой по формуле:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}.$$

Для расчета абсолютной ошибки при малом количестве измерений вводится специальный коэффициент, зависящий от надежности γ и числа измерений n , называемый коэффициентом Стьюдента:

$$\Delta X = S_{\bar{X}} \cdot t,$$

где ΔX – абсолютная ошибка для данной доверительной вероятности (надежности); $S_{\bar{X}}$ – стандартная ошибка; $t = t(\gamma, n)$ – коэффициент Стьюдента.

При достаточном (в статистическом смысле) числе измерений ($n > 30$) коэффициент Стьюдента стремится к значению коэффициента Лапласа.

Алгоритм обработки результатов прямых измерений:

1. Представить результаты измерений в табличном виде.
2. Вычислить среднее арифметическое \bar{X} .
3. Вычислить исправленное среднее квадратичное отклонение S .
4. Вычислить стандартную ошибку $S_{\bar{X}}$.
5. Назначить значение надежности (обычно принимают $\gamma = 0,95$).
6. По таблице *Приложения 3* определить коэффициент Стьюдента для заданной надежности и числа проведенных измерений: $t = t(\gamma, n)$.
7. Вычислить доверительный интервал (погрешность измерения): $\Delta X = S_{\bar{X}} \cdot t$.
8. Сравнить величину погрешности результата измерения ΔX с величиной погрешности прибора $\Delta_{\text{пр}}$. Если одна из ошибок меньше другой в три и более раз, то меньшую ошибку

отбрасывают. Если ошибки соизмеримы по величине, то границу доверительного интервала расширяют: $\Delta X = \sqrt{(S_{\bar{x}} \cdot t)^2 + \Delta_{\text{пр}}^2}$.

9. Результат измерений записать с учетом абсолютной погрешности: $X = \bar{X} \pm \Delta X$.

Оценить относительную погрешность результата измерений: $\delta_{\%} = \frac{\Delta X}{\bar{X}} \cdot 100\%$.

4. Рекомендации по выполнению заданий

Задание 1. Определить максимальную погрешность измерения вольтметра γ_H при отклонении стрелки на всю шкалу, на половину шкалы, на треть шкал. Исходные данные для своего варианта Таблица 1.

Таблица 1.- Исходные данные

№ по списку	$\gamma_{\text{пр}}$	$V_{\text{шк}}, \text{В}$	$V_1, \text{В}$	$V_2, \text{В}$	$R_1, \text{кОм}$ +5%	$R_2, \text{кОм}$ +10%	$R_3, \text{кОм}$ +20%
1	4,0	1,5	0,3	1,0	1	2	3
2	4,0	5	5	2,0	2	3	4
3	4,0	15	10	3	3	4	5
4	2,5	150	100	50	4	5	6
5	2,5	1,5	0,5	0,5	5	6	7
6	2,5	5	4	3	6	7	8
7	2,5	15	10	5	7	8	9
8	2,5	150	120	100	8	9	10
9	1,0	1,5	1,5	0,3	9	10	11
10	1,0	5	2,0	4,0	10	11	12
11	1,0	15	10	15	11	12	13
12	1,0	150	100	120	12	13	14
13	0,5	1,5	0,3	0,5	13	14	15
14	0,5	5	1,0	2	14	15	16
15	0,5	15	1	5	15	16	17
16	0,5	150	10	130	1	3	5

17	4,0	0,5	0,2	0,4	2	4	6
18	4,0	3	1,5	2,0	3	5	7
19	4,0	10	8	10	4	6	10
20	4,0	30	10	20	5	7	9
21	2,5	0,5	0,2	0,4	6	8	10
22	2,5	3	1,0	2,0	1	4	7
23	2,5	10	8,0	10	2	5	10
24	2,5	30	25	30	3	6	9
25	1,0	0,5	0,1	0,3	4	7	11
26	1,0	3	1,0	2,0	1	2	4
27	1,0	10	8,0	1,0	2	3	5
28	1,0	30	30	10	3	4	6
29	0,5	0,5	0,3	0,4	4	5	7
30	0,5	3	0,3	2,5	6	7	9
31	0,5	10	0,5	5	7	8	10
32	0,5	30	15	20	9	10	15

Таблица 1.- Исходные данные

№ по списку	$\gamma_{пр}$	$V_{шкк}, В$	$V_1, В$	$V_2, В$	$R_1, кОм +5\%$	$R_2, кОм +10\%$	$R_3, кОм +20\%$

Задание 2 Определить максимальную погрешность измерения вольтметра при измерении напряжений V_1, V_2 , если даны класс точности вольтметра $\gamma_{пр}$ и предел измерения шкалы вольтметра $V_{шкк}$. Исходные данные представлены в Таблице 1.

Задание 3. Определить величину и погрешность общего сопротивления цепи Рисунок 1.

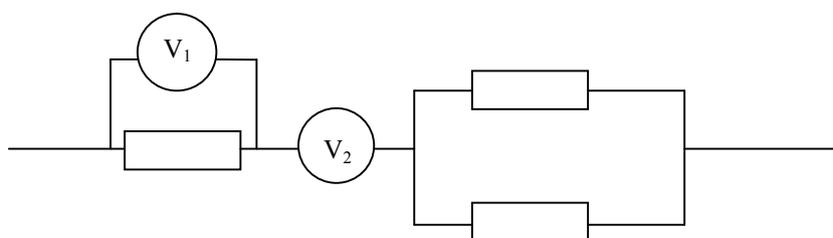


Рисунок 1.- Схема цепи.

Задание 4. Произвести обработку результатов измерений в соответствии с приведенным примером:

Пример: Микрометром были произведены 6 измерений диаметра стержня (мм): 4,02; 3,98; 3,97; 4,01; 4,05; 4,03. Цена деления микрометра 0,01 мм. Определить диаметр стержня с учетом абсолютной и относительной погрешности измерений.

Проведем вычисления согласно приведенному выше алгоритму:

1. d , мм: 4,02; 3,98; 3,97; 4,01; 4,05; 4,03.
2. $\bar{d} = 4,01$ мм
3. $S = 0,03$ мм
4. $S_{\bar{d}} = 0,012$ мм
5. $\gamma = 0,95$
6. $t(0,95; 6) = 2,57$
7. $\Delta d = 0,04$ мм
8. $\frac{\Delta d}{\Delta_{\text{пр}}} = \frac{0,04}{0,008} = 8$, следовательно, погрешность прибора (равную половине цены деления) можно отбросить и не учитывать.
9. Результат измерений: $d = (4,01 \pm 0,04)$ мм при $\gamma = 0,95$.
10. Относительная погрешность результата: $\delta_{\text{рез}} = 1,0\%$.

Задание 5. Результаты расчётов свести в Таблицу 2.

Таблица 2. –Результаты расчета.

Величина погрешности при отклонении стрелки			При измерении		$R_{\text{общ}}$	$\delta_{R_{\text{общ}}}$
на всю шкалу	на половину шкалы	на треть шкалы	V_1	V_2		

Задание 6. Ответить на контрольные вопросы:

1. Дать определение прямых и косвенных измерений.
2. Пояснить понятие класса точности приборов.
3. Дать определение действительной и номинальной погрешности.

5.Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет в соответствии с Приложением Б.

6. Список литературы.

- 6.1. Хромоин П.К., Электротехнические измерения М.; ФОРУМ,2011 – 383 с.
- 6.2. Панфилов В.А.Электрические измерения: - М.: Академия,2004.-288с.

Раздел 2. Измерения в цепях постоянного и переменного тока низкой частоты

Тема 2.2. Измерение напряжения.

Практическая работа 2 Расчет шунтов и добавочных сопротивлений

Объем учебного времени – 2 часа.

1. Цель работы

Научиться рассчитывать шунты и добавочные сопротивления для расширения пределов измерений тока и напряжения.

В результате выполнения практической работы студенты должны:

уметь:

- вычислять параметры по формулам;
- делать обобщающие выводы

знать:

- определение шунта;
- определение добавочного сопротивления;
- принцип включения шунта и добавочного сопротивления в измерительную цепь;

2. Правила техники безопасности

(Приложение Д).

3. Основные теоретические положения

Для расширения пределов измерения тока параллельно измерительному прибору включаются шунты. Используют три схемы включения шунтов: параллельная, последовательная и универсальный шунт. Они изображены на Рисунках 1, 2, 3 соответственно. Там же представлены формулы для расчета шунтов.

Для расширения пределов измерения напряжения последовательно измерительным прибором включаются добавочные сопротивления. Используют три схемы включения добавочных сопротивлений: параллельная, последовательная и делитель напряжения. Они изображены на Рисунках 4, 5, 6 соответственно. Там же представлены формулы для расчета добавочных сопротивлений.

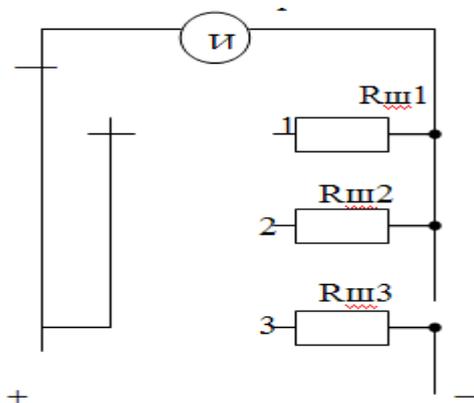


Рисунок 1

$$\begin{aligned} \text{I: } R_{\text{ш1}} &= R_u / (n_1 - 1); & n_1 &= I_1 / I_u; \\ \text{II: } R_{\text{ш2}} &= R_u / (n_2 - 1); & n_2 &= I_2 / I_u; \\ \text{III: } R_{\text{ш3}} &= R_u / (n_3 - 1); & n_3 &= I_3 / I_u. \end{aligned}$$

где, n- коэффициент шунтирования.

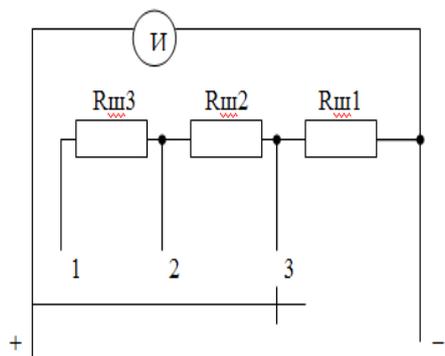


Рисунок 2.

$$\begin{aligned} \text{I: } R_{\text{шI}} &= R_{\text{ш1}} + R_{\text{ш2}} + R_{\text{ш3}} = R_u / (n_1 - 1); \\ \text{II: } R_{\text{шII}} &= R_{\text{ш2}} + R_{\text{ш3}} = R_u / (n_2 - 1); \\ \text{III: } R_{\text{шIII}} &= R_{\text{ш3}} = R_u / (n_3 - 1). \end{aligned}$$

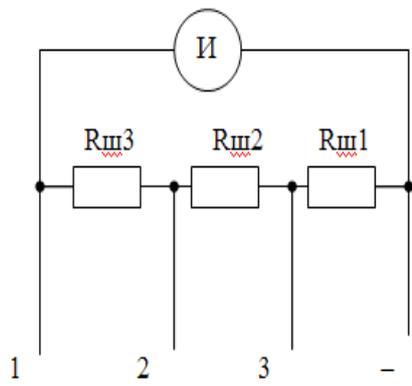


Рисунок 3.

$$\begin{aligned} \text{I: } R_{шI} &= R_{ш1} + R_{ш2} + R_{ш3} = \sum R_{ш} = R_u / (n_1 - 1); \\ \text{II: } R_{шII} &= R_{ш2} + R_{ш3} = R_u + \sum R_{ш} / n_2; \\ \text{III - } R_{шIII} &= R_{ш3} = R_u + \sum R_{ш} / n_3. \end{aligned}$$

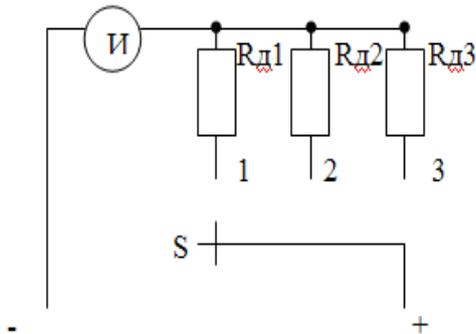


Рисунок 4.

$$\begin{aligned} \text{I: } R_{д1} &= (U_1 / I_u) - R_u; \\ \text{II: } R_{д2} &= (U_2 / I_u) - R_u; \\ \text{III: } R_{д3} &= (U_3 / I_u) - R_u. \end{aligned}$$

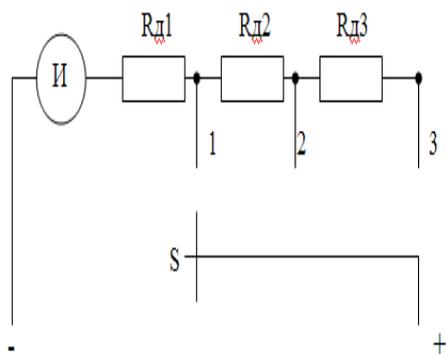
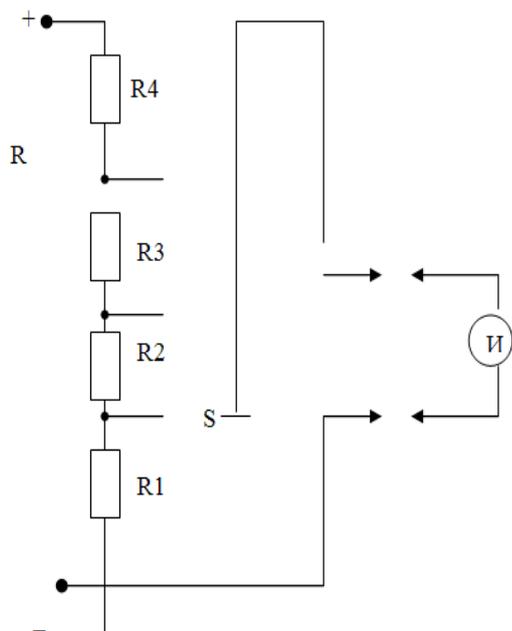


Рисунок 5.

$$\begin{aligned} \text{I: } R_{дI} &= R_{д1} = (U_1 / I_u) - R_u; \\ \text{II: } R_{дII} &= R_{д1} + R_{д2} = (U_2 / I_u) - R_u; \\ \text{III: } R_{дIII} &= R_{д1} + R_{д2} + R_{д3} = (U_3 / I_u) - R_u. \end{aligned}$$



I: $I_{об} = U1/\Sigma R = Uu / (R1 + R2 + R3)$,
т.е. $R1 + R2 + R3 = (Uu \Sigma R) / U1$;
II: $I_{об} = U2/\Sigma R = Uu / (R1 + R2)$,
т.е. $R1 + R2 = (Uu \Sigma R) / U2$;
III: $I_{об} = U3/\Sigma R = Uu / R1$,
т.е. $R1 = (Uu \Sigma R) / U3$.

Рисунок 6.

4. Рекомендации по выполнению заданий

Задание 1. -Рассчитать шунты для схем 1, 2., 3 многопредельных амперметров. Исходные данные взять из Таблицы 1.

-Рассчитать добавочные сопротивления для схем 4, 5, 6 многопредельных вольтметров. Исходные данные взять из Таблицы 1.

Таблица 1. – Исходные данные

№ по списку	Предел измерения тока	Данные индикатора	Предел измерения напряжения
1.	$I1 = 0,4\text{мА}$	М 2003: $Ru = 530 \text{ Ом};$ $In = 0,2\text{мА}$	1В
	$I2 = 13,4\text{мА}$		10В
	$I3 = 21,4\text{мА}$		100В
2.	$I1 = 2\text{мА}$	М 4200: $Ru = 400 \text{ Ом};$ $In = 0,9\text{мА}.$	1 В
	$I2 = 46\text{мА}$		100 В
	$I3 = 90\text{мА}$		500 В
3.	$I1 = 5,5\text{мА}$	М 4200: $Ru = 25 \text{ Ом};$ $In = 4,8\text{мА}$	5 В
	$I2 = 20\text{мА}$		10 В
	$I3 = 45\text{мА}$		15 В
4.	$I1 = 33\text{мА}$	М 4200: $Ru = 1,6 \text{ Ом};$ $In = 32,6\text{мА}.$	1 В
	$I2 = 40 \text{ мА}$		2 В
	$I3 = 50 \text{ мА}$		5 В
5.	$I1 = 0,6 \text{ мА}$	М 2003: $Ru = 530 \text{ Ом}$ $In = 0,2\text{мА}$	1 В
	$I2 = 13,4 \text{ мА}$		3 В
	$I3 = 18 \text{ мА}$		500 В
6.	$I1 = 3 \text{ мА}$	М 4200: $Ru = 400 \text{ Ом}$ $In = 0,9\text{мА}$	1 В
	$I2 = 45 \text{ мА}$		3 В
	$I3 = 120 \text{ мА}$		10 В
7.	$I1 = 6\text{мА}$	М 4200: $Ru = 400 \text{ Ом};$ $In = 4,8\text{мА}.$	2 В
	$I2 = 20 \text{ мА}$		5 В
	$I3 = 30 \text{ мА}$		10 В

8.	I1 = 35 mA	M 4200:	1 B
	I2 = 40 mA	Ru = 1,6 Ом	10 B
	I3 = 50 mA	In = 32,6mA.	30 B
9.	I1 = 0,4 mA	M 2003:	1 B
	I2 = 0,6	Ru = 530 Ом;	3 B
	I3 = 1 mA	In = 0,2mA.	10 B
10.	I1 = 2 mA	M 4200:	3 B
	I2 = 4 mA	Ru = 1,6 Ом;	10 B
	I3 = 8 mA	In = 0,2mA.	30 B
11.	I1 = 5,5 mA	M 4200:	1 B
	I2 = 6 mA	Ru = 250 Ом;	10 B
	I3 = 10 mA	In = 4,8mA.	100 B
12.	I1 = 36 mA	M 4200:	1 B
	I2 = 40 mA	Ru = 1,6 Ом;	10 B
	I3 = 60 mA	In = 32,6mA.	100 B
13.	I1 = 0,6 mA	M 2003:	1 B
	I2 = 6 mA	Ru = 530 Ом;	3 B
	I3 = 24 mA	In = 0,2mA.	10 B
14.	I1 = 2 mA	M 4200:	3 B
	I2 = 8 mA	Ru = 400 Ом;	10 B
	I3 = 80 mA	In = 0,9mA.	100 B
15.	I1 = 6 mA	M 4200:	1 B
	I2 = 12 mA	Ru = 25 Ом;	10 B
	I3 = 75 mA	In = 4,8mA.	100 B
16.	I1 = 34 mA	M 4200:	1 B
	I2 = 74,4 mA	Ru = 1,6 Ом;	3 B
	I3 = 140 mA	In = 32,6mA.	10 B
17.	I1 = 16 mA	M 2003:	3 B
	I2 = 20 mA	Ru = 530 Ом;	10 B
	I3 = 100 mA	In = 0,2mA.	30 B
18.	I1 = 12 mA	M 4200:	10 B
	I2 = 18 mA	Ru = 25 Ом;	30 B
	I3 = 40 mA	In = 4,8mA.	100 B
19.	I1 = 5 mA	M 4200:	30 B
	I2 = 10 mA	Ru = 400 Ом;	100 B
	I3 = 15 mA	In = 0,9mA.	300 B
20.	I1 = 20 mA	M 4200:	1 B
	I2 = 50 mA	Ru = 1,6 Ом;	10 B
	I3 = 100 mA	In = 32,6mA.	100 B
21.	I1 = 2 mA	M 2003:	3 B
	I2 = 10 mA	Ru = 530 Ом;	30 B
	I3 = 30 mA	In = 0,2mA.	300 B
22.	I1 = 4 mA	M 4200:	1 B
	I2 = 10 mA	Ru = 25 Ом;	3 B
	I3 = 20 mA	In = 4,8mA.	30 B
23.	I1 = 1 mA	M 2003:	3 B
	I2 = 5 mA	Ru = 530 Ом;	10 B
	I3 = 25 mA	In = 0,2mA.	30 B
24.	I1 = 2 mA	M 4200:	5 B
	I2 = 8 mA	Ru = 400 Ом;	10 B
	I3 = 22 mA	In = 0,02mA.	50 B
25.	I1 = 0,8 mA	M 4200:	1 B

	$I_2 = 6 \text{ мА}$	$R_u = 250 \text{ Ом};$	5 В
	$I_3 = 10 \text{ мА}$	$I_n = 4,8 \text{ мА}.$	50 В
26.	$I_1 = 50 \text{ мА}$	М 4200:	5 В
	$I_2 = 100 \text{ мА}$	$R_u = 1,6 \text{ Ом};$	10 В
	$I_3 = 150 \text{ мА}$	$I_n = 32,6 \text{ мА}.$	100 В
27.	$I_1 = 1,5 \text{ мА}$	М 2003:	1 В
	$I_2 = 8 \text{ мА}$	$R_u = 530 \text{ Ом};$	10 В
	$I_3 = 15 \text{ мА}$	$I_n = 0,2 \text{ мА}.$	100 В
28.	$I_1 = 5 \text{ мА}$	М 4200:	5 В
	$I_2 = 50 \text{ мА}$	$R_u = 400 \text{ Ом};$	10 В
	$I_3 = 1 \text{ мА}$	$I_n = 0,9 \text{ мА}.$	100 В
29.	$I_1 = 10 \text{ мА}$	М 4200:	10 В
	$I_2 = 100 \text{ мА}$	$R_u = 400 \text{ Ом};$	100 В
	$I_3 = 1 \text{ А}$	$I_n = 0,9 \text{ мА}.$	200 В
30.	$I_1 = 200 \text{ мА}$	М 4200:	5 В
	$I_2 = 1 \text{ А}$	$R_u = 1,6 \text{ Ом};$	50 В
	$I_3 = 5 \text{ А}$	$I_n = 32,6 \text{ мА}.$	100 В

Задание 3. Результаты расчета оформить в виде Таблицы 2.

Таблица 2. –Результаты расчета

Данные индикатора	Предел измерения тока, напряжения	Rш			Rд		
		Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4	Схема 5	Схема 6

Задание 4. Ответить на контрольные вопросы:

1. Назначение шунтов.
2. Назначение добавочных сопротивлений.
3. Назовите схемы включения шунтов.
4. Назовите схемы включения добавочных сопротивлений.

5. Форма контроля

По результатам лабораторной работы выполняется письменный отчет в соответствии с Приложением Б.

6. Список литературы.

- 6.1. Хромоин П.К., Электротехнические измерения М.; ФОРУМ, 2011 – 383 с.
- 6.2. Панфилов В.А. Электрические измерения: - М.: Академия, 2004. - 288с.

(обязательное)

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Политехнический колледж

Название работы

отчет
По практической работе

Преподаватель

_____ /

/

Студент гр.

« _____ /
« _____ 20 г.

/

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Отчет о работе выполняется каждым студентом самостоятельно на листе формата А4 машинописным способом. При оформлении отчета необходимо соблюдать требования ГОСТ к оформлению текстовых документов.

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- оборудование и приборы, используемые в работе;
- схему, таблицы, графики;
- обработку результатов измерений, результаты расчетов, заполняемые таблицы;
- выводы по результатам проведенной работы;
- ответы на контрольные вопросы.

Титульный лист отчета оформляется в соответствии с Приложением А.

Схемы, графики, таблицы необходимо выполнять карандашом аккуратно с помощью линейки или машинописным способом.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. До начала выполнения лабораторной работы проверьте наличие и исправность оборудования. Если обнаружили неисправное оборудование, сообщите об этом преподавателю.
2. Не включайте источники электропитания без разрешения преподавателя.
3. Производите сборку электрических цепей, ремонт и монтаж электроустройств только при отключенном источнике электропитания.
4. Проверяйте наличие напряжения на источнике электропитания вольтметром.
5. Обнаружив неисправность в электроустройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник питания и сообщите об этом преподавателю.
6. Собранный схема до включения должна быть проверена преподавателем.
7. По окончании работы или очередного наблюдения отключите источник электропитания.
8. Закончив лабораторную работу, наведите порядок на рабочем столе и доложите об этом преподавателю.

Информационное обеспечение обучения

Основные источники:

1. Петленко Б.И., Иньков Ю.М., Крашенинников А.В.; под ред. Инькова Ю.М. -Электротехника и электроника учебник для студ. учреждений сред. проф. образования (7-е изд. переработанное и дополненное) М.: Академия 2012г.- 368с.
2. Фуфаева Л.И. Сборник практических задач по электротехнике : учеб. пособие. -М.: Академия, 2010.-288с.
3. Петленко Б.И. Электротехника и электроника /ред. Б.И.Петленко.- М.:Академия,2008.- 320с.
4. Немцов М.В. Электротехника и электроника (2-е изд., стер.) учебник - М.:Академия,2009.- 432с.
5. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам: учеб. пособие для сред. проф. образования.- М.:Академия,2009.-160с
6. Полещук В.И. Задачник по электротехнике и электронике: учебное пособие- (6-е изд.. перераб. и доп).- М.:Академия,2010.-256с

Дополнительные источники

1. Евдокимов Ф.Б. Теоретические основы электротехники.- М.:Высш.шк.,1987.- 495с.
2. Данилов И.А. П.М. Иванов, Дидактический материал по общей электротехнике с основами электроники: Учеб. пособие. М.: Высш.шк.,1987.-319с.:
3. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники.- М.:Высш.шк.,2000.- 752с.
4. Кацман М.М. Электрические машины.- М.:Академия,2008.- 492с.
5. Кацман М.М. Электрический привод: учеб. для сред. проф. образования.-М.:Академия,2010.- 384с.
6. Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам: учеб. пособие для сред. проф. образования.- М.:Академия,2005.- 48 с.
7. Кацман М.М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электрическому приводу.- М.:Академия,2010.- 251с.
8. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций.- М.:Академия,2009.-448с.
9. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов.- М.:Академия,2009.-320с.
10. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники.- Ростов-н/Д.:Феникс,2006.- 416с.
11. Жаворонков М.А. Электротехника и электроника: учебное пособие- М.:Академия,2005.- 400с.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.engindoc.com/>
2. <http://www.news.elteh.ru/>информационно-справочный журнал «Новости электротехники»

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изме- нения	Номер листа				Всего листов в документе	ФИО и подпись ответственного за внесение изменения	Дата внесения изменения	Дата введения изменения
	измененного	замененного	нового	изъятого				