

Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
Иркутский государственный университет путей сообщения  
Сибирский колледж транспорта и строительства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
по учебной дисциплине ОП.03. Основы электротехники  
по специальности  
02 02 .01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений  
*базовая подготовка среднего профессионального образования*

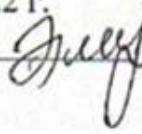
Иркутск 2022

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

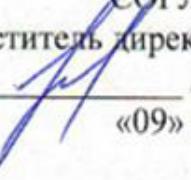


РАССМОТРЕНО:

Цикловой методической  
комиссией технической механики и  
электротехнических дисциплин  
«08» июня 2022 г.

Председатель:  Эмерсали Н.Б.

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по УВР  
 /А.П.Ресельс  
«09» июня 2022 г.

Разработчик:

Н.Б. Эмерсали преподаватель ФГБОУ ВО ИрГУПС СКТиС

## Методические указания к выполнению лабораторных работ

- Каждый студент выполняет работы по специальному графику.
- К выполнению работы необходимо подготовиться до начала занятия в лаборатории.
- Помимо данного методического пособия рекомендуется использовать дополнительную литературу и конспект лекций.
- При подготовке необходимо продумывать ответы на контрольные вопросы.
- К выполнению работы допускаются только подготовленные студенты.

### Правила оформления отчета о лабораторной работе

Лабораторная работа представляет собой небольшое, но вполне законченное учебное исследование. Отчет о лабораторной работе является документом, отражающим результаты выполненного исследования с максимальной полнотой и объективностью.

К оформлению технической документации предъявляются единые требования. В определенной мере этим требованиям должен удовлетворять и отчет о лабораторной работе.

#### Требования к оформлению отчета

Отчет должен быть выполнен на бумаге стандартного размера (формат А4) с полями по обеим сторонам текста. Материал отчета должен иметь четкую рубрикацию, каждый раздел необходимо снабдить заголовком.

Примерный состав отчета по лабораторной работе:

цель работы;

порядок выполнения лабораторной работы;

принципиальные электрические схемы и (или) схемы соединений;

- перечень измерительных приборов и электрооборудования с указанием

паспортных данных;  
таблицы экспериментальных исследований и выполненных вычислений;  
диаграммы и графики характеристик функциональных зависимостей;  
выводы или заключение о проделанной работе.

## ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

До начала работ каждый студент ДОЛЖЕН внимательно ознакомиться с настоящими правилами и расписаться в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Студент ОБЯЗАН выполнять следующие правила:

1. Перед включением лабораторного комплекса в сеть 220 В убедитесь, что тумблер включения находится в положении «ВЫКЛ.».
2. При сборке цепи используйте провода с исправной изоляцией. Подключая приборы, проверяйте соблюдение норм нагрузки (рабочее напряжение конденсатора, максимальный ток для катушек индуктивности и т.п.).
3. Сборку электрической цепи ведите по контурам, начиная с основного, содержащего источник питания
4. Включайте источники питания только после проверки цепи преподавателем.
5. При проведении любых изменений в схеме отключайте источник питания.
6. Отключите питание по завершению измерений.

### ЗАПРЕЩАЕТСЯ

1. Касаться токоведущих частей схемы металлическими предметами, работать мокрыми руками.

2. Без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в сеть 220В и подавать напряжение на схему.
3. Перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их.
4. Курить в лаборатории, находиться в верхней одежде или головных уборах.

По всем возникающим вопросам студентам следует обращаться к преподавателю или лаборанту. За порчу оборудования студенты несут материальную ответственность.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Исследование цепей постоянного тока со смешанным соединением резисторов
2. Неразветвленные цепь переменного тока с активным сопротивлением и катушкой индуктивности.
3. Разветвленные цепь переменного тока с реальной катушкой индуктивности и конденсатором.
4. Измерение энергии в электрических цепях

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Исследование цепей постоянного тока со смешанным соединением резисторов.

Цель работы:

- Приобрести практические навыки чтения и сборки электрической схемы подключения смешанного соединения резисторов и приборов, используемых для контроля параметров электрической цепи, к электрической сети постоянного тока.
- Произвести изменения в схеме путем включения и отключения отдельным элементов цепи и ветвей с помощью выключателей.
- Проследить по показаниям приборов изменения, производимые в схеме.

Теоретические сведения:

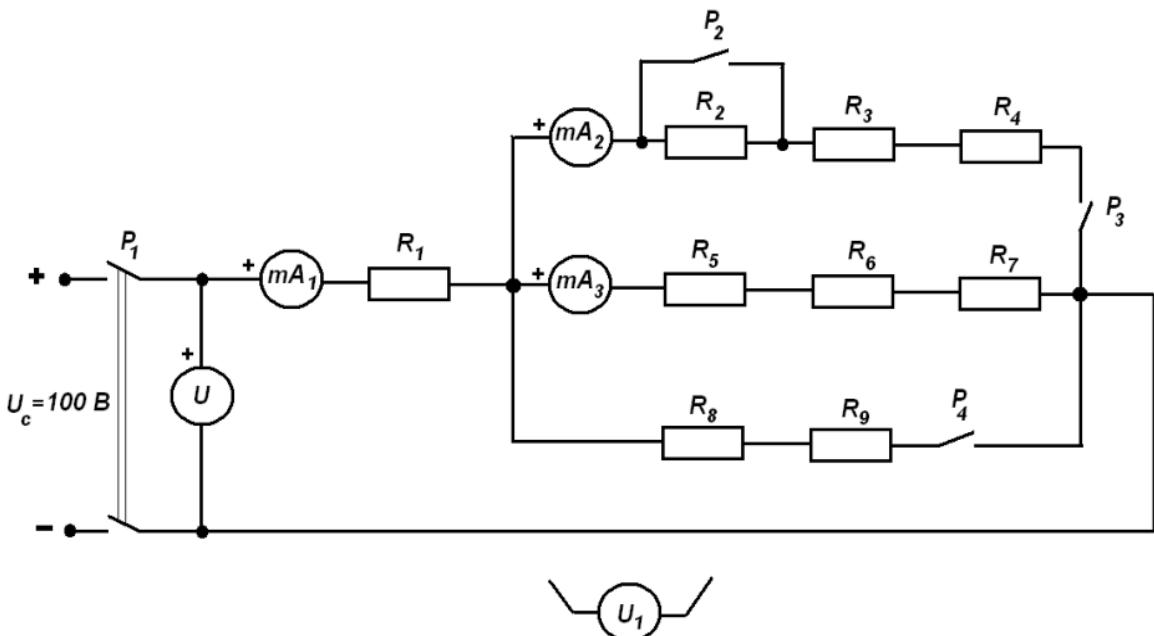
Просмотреть методическое пособие "Электрические цепи постоянного тока"

Оборудование и приборы:

- Источник питания – электрическая сеть постоянного тока на напряжение 100В.
- Блок резисторов количеством 9 шт.
- Соединительные провода
- Приборы:
  - Миллиамперметр  $mA_1$  (mA) – измеряет силу тока в неразветвленной части цепи
  - Миллиамперметр  $mA_2$  (mA) – измеряет силу тока в первой ветви разветвления резисторов
  - Миллиамперметр  $mA_3$  (mA) – измеряет силу тока во второй ветви разветвления резисторов
  - Вольтметр  $U$  (В) – измеряет входное напряжение электросхемы
  - Вольтметр  $U_1$  – измеряет падения напряжения на участках цепи
  - Рубильники  $P_1, P_2, P_3, P_4$  – производят включение и переключение в схеме

Электрическая схема включения резисторов

Порядок выполнения работы:



аписать технические данные электрических приборов в таблицу №1.

Таблица №1

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Система прибора	Класс точности	Предел измерения	Цена деления

2. Записать показания приборов в таблицу №2.

Таблица №2

№ п/п	Измерить									Рубильники ↑ - включено ↓ - выключено
	U <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>2-4</sub>	U <sub>3-4</sub>	
1	V	mA	mA	mA	V	V	V	V	V	P <sub>2</sub> ↑, P <sub>3</sub> ↑, P <sub>4</sub> ↑
2										P <sub>2</sub> ↓, P <sub>3</sub> ↑, P <sub>4</sub> ↑
3										P <sub>2</sub> ↓, P <sub>3</sub> ↓, P <sub>4</sub> ↑
4										P <sub>2</sub> ↓, P <sub>3</sub> ↑, P <sub>4</sub> ↓

3. Вычислить параметры цепи, используя закон Ома, законы последовательного и параллельного соединения. Вычисления занести таблицу №3.

Таблица №3

«№ п/п	Вычислить					
	R <sub>1</sub>	R <sub>2-4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>экв</sub>	I <sub>4</sub>	P
	кОм	кОм	кОм	кОм	mA	Вт
1						
2						
3						
4						

4. Для каждого случая переключения цепи с помощью выключателей, зарисовать электрические схемы работающих на данный момент резисторов цепи.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением и катушкой индуктивности.

Цель работы:

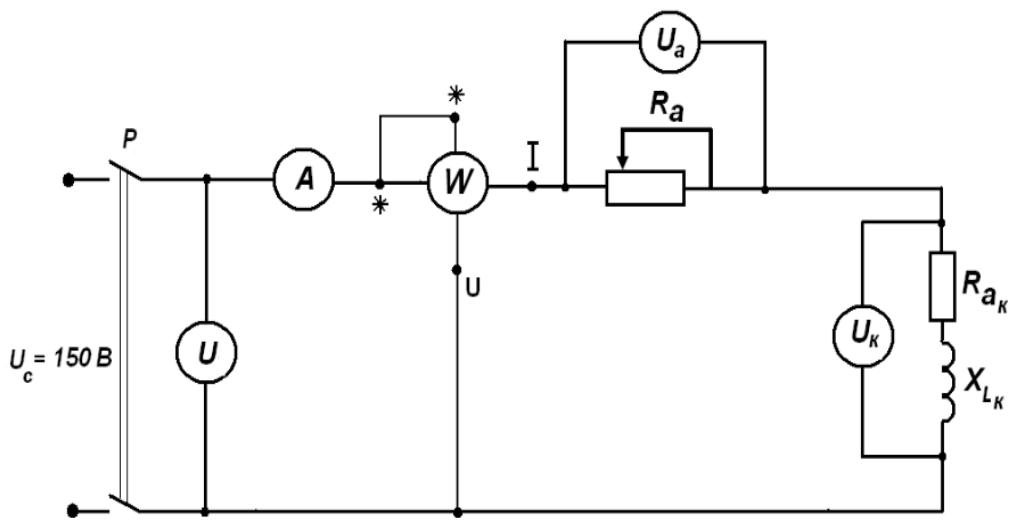
- Приобрести практические навыки чтения и сборки электрической схемы подключения последовательного соединения реальной катушки индуктивности, реостата и приборов, используемых для контроля параметров электрической цепи, к электрической сети переменного тока.
- Изменением активного сопротивления реостата и изменением индуктивности катушки проверить действие закона Ома для неразветвленных цепей переменного тока.

6. Получить практические навыки построения векторных диаграмм для последовательного соединения элементов цепи.

Оборудование и приборы:

5. Источник питания – электрическая сеть переменного тока на напряжение 150В.
6. Катушка индуктивности с магнитопроводом
7. Реостат
8. Соединительные провода
9. Приборы: -Амперметр А (A)– измеряет силу тока в цепи
  - Вольтметр U (B)- измеряет входное напряжение электросхемы
  - Вольтметр  $U_a$  (B)- измеряет падение напряжения на реостате
  - Вольтметр  $U_k$  (B)- измеряет падение напряжения на катушке индуктивности
  - Ваттметр W (Bt) - измеряет активную мощность электрической цепи

Электрическая схема включения последовательного соединения реальной катушки индуктивности и реостата



Порядок

выполнения работы:

1. Записать технические данные электрических приборов в таблицу №1

Таблица №1

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Система прибора	Класс точности	Предел измерения	Цена деления

2. Собрать схему и показать преподавателю.
3. За счет изменения положения движка реостата изменить его сопротивление от нуля до максимума. При каждом изменении сопротивления снять показания приборов и занести их показания в таблицу №2.
4. При максимальном значении сопротивления реостата изменить индуктивность катушки путем изменения ее положения на сердечнике магнитопровода. При каждом изменении снять показания приборов и занести их показания в таблицу №2.

Таблица №2

№	ИЗМЕРЕНО					ПРИМЕЧАНИЕ
	<i>U</i>	<i>Ua</i>	<i>Uκ</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	
	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>Bm</i>	
1						$R_{PEOSTATA} = 0$
2						$R_{PEOSTATA}$ - среднее значение
3						$R_{PEOSTATA}$ - максимальное значение
4						1 положение катушки индуктивности
5						2 положение катушки индуктивности

5. По результатам измерений, пользуясь приведенными ниже формулами, произвести вычисления. Результаты вычислений записать в таблицу №3.

Таблица №3.

№	ВЫЧИСЛИТЬ											
	<i>Z</i>	<i>Z<sub>K</sub></i>	<i>R<sub>общ</sub></i>	<i>R<sub>a</sub> реос- тата</i>	<i>R<sub>a</sub> кату- шки</i>	<i>X<sub>L</sub> кату- шки</i>	$\cos \varphi$	$\cos \varphi_K$	<i>U<sub>a</sub> кату- шки</i>	<i>U<sub>L</sub> кату- шки</i>	<i>Q</i>	<i>S</i>
	<i>Om</i>	<i>Om</i>	<i>Om</i>	<i>Om</i>	<i>Om</i>	<i>Om</i>	-	-	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>BAp</i>	<i>BA</i>
1												
2												
3												
4		-			-	-		-				
5		-			-	-		-				

$$Z = \frac{U}{I} \quad \text{полное сопротивление цепи (Ом)}$$

$$R_a = \frac{U_a}{I} \quad \text{активное сопротивление реостата (Ом)}$$

$$X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_{ak}^2} \quad \text{индуктивное сопротивление катушки (Ом)}$$

$$Z_k = \frac{U_k}{I} \quad \text{полное сопротивление катушки индуктивности (Ом)}$$

$$R_{общ} = \frac{P}{I^2} \quad \text{общее активное сопротивление цепи (Ом)}$$

$$R_{акт} = R_{общ} - R_a \quad \text{активное сопротивление катушки индуктивности (Ом)}$$

$$U_a = I \cdot R_{актуки} \quad \text{активное падение напряжения на катушке}$$

$$U_L = I \cdot X_L \quad \text{индуктивное падение напряжения на катушке индуктивности (В)}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I} \quad \text{коэффициент мощности цепи}$$

$$\cos \varphi_k = \frac{R_{акт}}{Z_k} \quad \text{коэффициент мощности активной части катушки индуктивности}$$

$$Q = I^2 \cdot X_L \quad \text{реактивная мощность цепи (ВАр)}$$

$$S = U \cdot I \quad \text{полнная мощность цепи (ВА)}$$

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Разветвленные цепь переменного тока с реальной катушкой индуктивности и конденсатором. Резонанс токов.

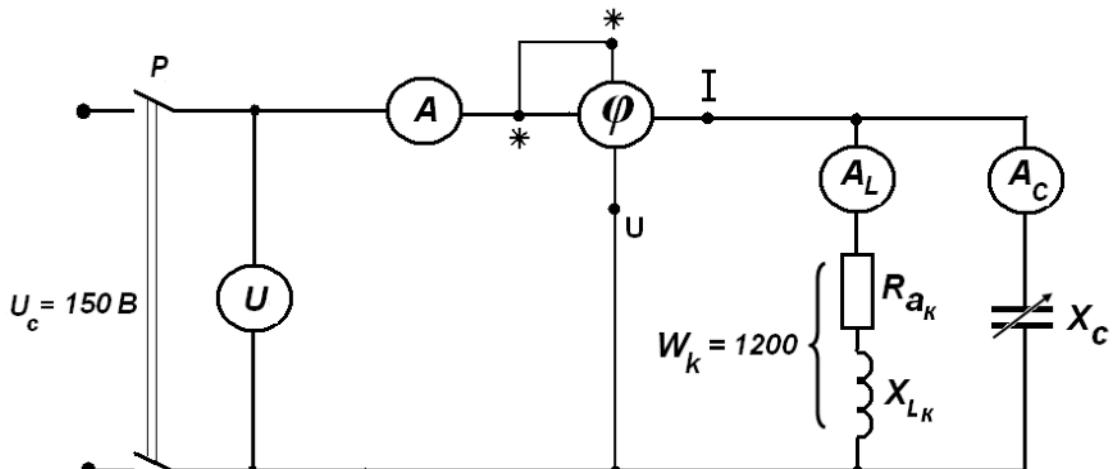
Цель работы:

- Приобрести практические навыки чтения и сборки электрической схемы подключения параллельного соединения реальной катушки индуктивности, конденсатора и приборов, используемых для контроля параметров электрической цепи, к электрической сети переменного тока.
- Изменением емкости конденсатора добиться резонанса токов в параллельных цепях схемы.
- Получить практические навыки построения векторных диаграмм для параллельного соединения элементов цепи.

Оборудование и приборы:

- Источник питания – электрическая сеть переменного тока на напряжение 150В.
- Катушка индуктивности с магнитопроводом
- Конденсаторная батарея
- Соединительные провода
- Приборы: -Амперметр А (А)– измеряет силу тока в неразветвленной части цепи
  - Амперметр  $A_L$  (А)– измеряет силу тока в цепи реальной катушки индуктивности
  - Амперметр  $A_C$  (А)– измеряет силу тока в цепи конденсаторной батареи
  - Вольтметр  $U$  (В)- измеряет входное напряжение электросхемы
  - Фазометр  $\phi$  – измеряет угол сдвига фаз между током и напряжением

Электрическая схема включения параллельного соединения реальной катушки индуктивности и конденсатора



Порядок выполнения работы:

1. Технические данные электрических приборов

Таблица №1

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Система прибора	Класс точности	Предел измерения	Цена деления

2. Установлена емкость батареи конденсаторов  $C_1=16 \text{ мкФ}$ , показания приборов занесены в таблицу №2.
3. Установлена емкость батареи конденсаторов  $C_2=32 \text{ мкФ}$ . Изменением индуктивности катушки установлен сдвиг фаз на фазометре  $\varphi = 0$  – это случай *резонанса токов*. Показания приборов занесены в таблицу №2.
4. Установлена емкость батареи конденсаторов  $C_3=58 \text{ мкФ}$ , показания приборов занесены в таблицу №2.
- 5.

Таблица №2

№	ИЗМЕРЕНО						ПРИМЕЧАНИЕ
	$U$	$I$	$I_k$	$I_C$	$\varphi$	$\cos \varphi$	
	$B$	$A$	$A$	$A$	градус	-	
1							$C_1=16 \text{ мкФ}$
2							$C_2=32 \text{ мкФ}$ резонанс токов
3							$C_3=58 \text{ мкФ}$

6. По результатам измерений, пользуясь приведенными ниже формулами, произведены вычисления. Результаты вычислений записаны в таблицу №3.

Таблица №3.

№	вычислено							
	$\cos \varphi_k$	$R_k$	$X_L$	$Z_k$	$X_C$	$I_a$	$I_L$	$I_p$
-	$Om$	$Om$	$Om$	$Om$	$Om$	$A$	$A$	$A$
1								
2								
3								

$$Z_k = \frac{U}{I_k} \quad \text{полное сопротивление катушки (Ом)}$$

$$R_{ka} = Z_k \cdot \cos \varphi_k \quad \text{активное сопротивление катушки (Ом)}$$

$$X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} \quad \text{индуктивное сопротивление катушки (Ом)}$$

$$X_C = \frac{U}{I_C} \quad \text{емкостное сопротивление конденсатора (Ом)}$$

$$I_a = I_k \cdot \cos \varphi_k \quad \text{активная составляющая тока катушки (А)}$$

$$I_L = \sqrt{I_k^2 - I_a^2} \quad \text{индуктивная составляющая тока катушки (А)}$$

$$I_p = I_L - I_C \quad \text{реактивная составляющая тока катушки (А)}$$

- $I_C > I_L$

В масштабе построить векторные диаграммы для случаев:

- $I_C = I_L$

- $I_C < I_L$

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### Измерение энергии в электрических цепях.

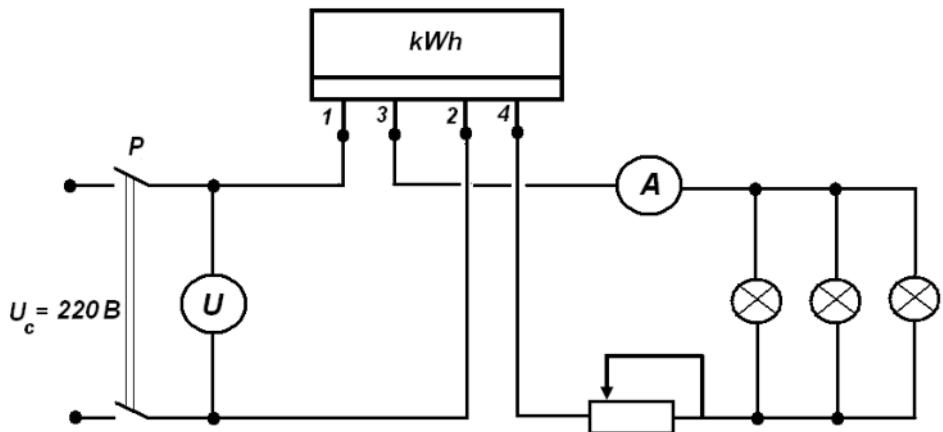
Цель работы:

- Приобрести практические навыки чтения и сборки электрической схемы подключения счетчика активной энергии к электрической цепи переменного тока.
- Изучить устройство, принцип действия счетчика активной электроэнергии.
- Проследить по показаниям приборов изменения, производимые в схеме при изменении сопротивления электрической нагрузки.

Оборудование и приборы:

- Источник питания – электрическая сеть переменного тока на напряжение 220В.
- Счетчик электрической энергии СО 505
- Реостат
- Блок ламп накаливания
- Соединительные провода
- Приборы:
  - Амперметр А (А) – измеряет силу тока в электрической цепи
  - Вольтметр U (В) – измеряет входное напряжение электрической цепи

Электрическая схема включения счетчика активной энергии:



Порядок выполнения работы:

5. Технические данные электрических приборов:

Таблица №1

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Система прибора	Класс точности	Предел измерения	Цена деления

6. С помощью включения разного количества ламп и изменения сопротивления реостата установить на амперметре значения тока I нагрузки, указанные в таблице №2.
7. Для каждого опыта посчитать целое число оборотов диска счетчика за 180 секунд. Данные записать в таблицу №2.

Таблица №2

№ п/п	Измерено				Вычислено			
	U	I	t	N	P	C <sub>h</sub>	C	γ
	V	A	секунды	обороты	Bт	Bт с/об	Bт с/об	%
1	220	3	180					
2	220	2,5	180					
3	220	2,0	180					
4	220	1,5	180					

Формулы для вычислений:

- $\gamma = \frac{(C_h - C)}{C_h} \cdot 100\%$  -погрешность счетчика электроэнергии,
- где  $C_h$  - номинальная постоянная счетчика

- $C_h = \frac{1000 \cdot 3600}{N_h} \quad \frac{Bm \cdot c}{об}$

где,  $N_h$  - передаточное число оборотов (указывается на счетчике) – 600 оборотов диска

- $C = \frac{P \cdot t}{N}$  где,  $C$  - действительная постоянная счетчика

$P = U \cdot I$  где,  $P$  – мощность в цепи (Вт);  $t$  - время в (с);  $N$ - число оборотов диска за время  $t$