

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«БРАТСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
ТЕХНИКУМ»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГАПОУ БРИМТ
Колонтай А.М.
« 15 » 10 2020г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для студентов по выполнению практических
работ**

**ПО ПРОГРАММЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация
электрооборудования промышленных и гражданских зданий

2020 г.

Методические указания разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта, примерной программы профессионального модуля Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок (Организация разработчик: Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение г. Москвы образовательный комплекс градостроительства «Столица» (ГБПОУ ОКГ «Столица» г. Москвы), учебного плана по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий (базовая подготовка).

Организация-разработчик: государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области «Братский индустриально-металлургический техникум» (ГАПОУ БРИМТ).

Разработчики:

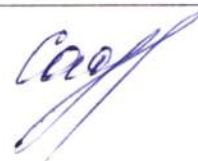
Пантелеев Д.А. – преподаватель ГАПОУ БРИМТ;

Рогова О.Е. – заместитель директора по учебно-методической работе, преподаватель ГАПОУ БРИМТ.

Рассмотрена и одобрена на заседании предметной (цикловой) комиссии электротехнического цикла

« 15 » 10 2020, № 2

Председатель комиссии: Сафронова Н.Е.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Учебная дисциплина Электротехника является обязательной частью общепрофессионального цикла основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

Учебная дисциплина «Электротехника» обеспечивает формирование профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности ФГОС по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий. Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК01–ОК10.

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ПК 1.1–1.3, ПК 2.1–2.3, ПК 3.2–	выполнять расчеты электрических цепей; выбирать электротехнические материалы на основе анализа их свойств для конкретного	основ теории электрических и магнитных полей; методов расчета цепей постоянного, переменного однофазного и трехфазного

3.4, ПК 4.1, ПК 4.2 ОК01– ОК10	применения; пользоваться приборами и снимать их показания; выполнять измерения параметров цепей постоянного и переменного токов	токов; методов измерения электрических, неэлектрических и магнитных величин; схем включения приборов для измерения тока, напряжения, энергии, частоты, сопротивления изоляции, мощности; классификацию электротехнических материалов, их свойства, область применения
--	---	---

Выполнение практических работ способствует формированию общих и профессиональных компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОКУ 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Номер работы	Наименование работы	Кол. часов
1	2	3
1	Изучение лабораторной установки, условных обозначений и порядка выполнения работ	2
2	Проверка закона Ома.	2
3	Последовательное соединение резисторов.	2
4	Параллельное соединение резисторов.	2
5	Смешанное соединение резисторов.	2
6	Неразветвленная цепь с активным сопротивлением и индуктивностью	2
7	Неразветвленная цепь с активным сопротивлением и емкостью	2
8	Неразветвленная цепь с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью.	2
9	Резонанс токов	2
10	Трехфазная цепь при соединении потребителей энергии «звездой».	2
11	Трехфазная цепь при соединении потребителей энергии «треугольником»	2
Всего:		22

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Номер работы	Наименование работы	Кол. часов
1	2	3
1	Расчет цепи постоянного тока методом эквивалентных сопротивлений.	2
2	Расчет цепей постоянного тока методом наложения.	2
3	Расчет электрических цепей методом контурных токов.	2
4	Расчет электрических цепей методом узлового напряжения	2
5	Расчет цепи со смешанным соединением конденсаторов.	2
6	Расчет неразветвленных цепей переменного тока.	2
7	Расчет разветвленных цепей переменного тока.	2
8	Расчет цепей переменного тока символическим методом	2
9	Расчет трехфазных цепей	2
Всего:		18

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практические работы по учебной дисциплине Электротехника проводятся в аудитории для проведения лабораторных и практических занятий.

Перед выполнением практических работ студент должен строго выполнить весь объем домашней подготовки; знать, что выполнению каждой работы предшествует проверка готовности студента.

При выполнении работ студент должен самостоятельно изучить методические рекомендации по проведению конкретной работы; выполнить соответствующие задания и расчеты; пользоваться справочной и технической литературой; подготовить ответы на контрольные вопросы.

Изучая теоретическое обоснование, студент должен иметь в виду, что основной целью изучения теории является умение применить ее на практике для решения практических задач.

При решении задач рекомендуется сначала наметить ход решения. В случае простых задач рекомендуется сначала найти решение в общем виде, лишь в конце подставляя числовые значения. В случае задач с большим вычислением рекомендуется после того, как намечен ход решения, подставлять числовые значения и проводить вычисления в промежуточных формулах.

После выполнения работы студент должен представить проект и устно его защитить.

Если студент не выполнил практическую работу или часть работы, то он может выполнить работу или оставшуюся часть внеурочное время, согласованное с преподавателем.

Оценку по практической работе студент получает, с учетом срока выполнения работы, если:

- задания выполнены правильно и в полном объеме;
- сделан анализ проделанной работы и вывод по результатам работы;
- студент может пояснить выполнение любого этапа работы;
- отчет по проекту выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы.

Зачет по практическим работам студент получает при условии выполнения всех предусмотренных программой работ после сдачи отчетов по работам при удовлетворительных оценках за опросы и контрольные вопросы во время практических занятий.

Критерии оценки выполнения практических заданий

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке «отлично», но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

Оценивание защиты контрольных вопросов

Оценка «отлично» ставится в том случае, если студент

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;
- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;
- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом из курса, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин.

Лабораторная работа № 2

Проверка Закона Ома

Общие сведения

Электрической цепью называют совокупность соединенных друг с другом элементов, по которым может протекать *электрический ток*.

Для протекания тока необходимы *источники* электрической энергии - источники напряжения (ЭДС) или тока. Электрическая цепь содержит также устройства, в которых энергия электрического тока преобразуется в другие виды энергии (механическую, тепловую, световую и т.д.). Эти устройства называются *нагрузками*.

Для замыкания и размыкания цепей используют *выключатели* того или иного вида.

Электрический ток есть направленное (упорядоченное) движение *носителей зарядов*. В проводниках носителями отрицательных зарядов являются электроны, в жидкостях (электролитах) носители положительных и отрицательных зарядов - ионы. В полупроводниках носителями отрицательных зарядов являются электроны,

носителями положительных зарядов - дырки. Дырка представляет собой вакантное место в атоме полупроводника, незанятое электроном.

Ток, неизменный во времени, называют *постоянным*. Он обозначается символом I . Количественно ток равен заряду q , который пересекает сечение проводника за единицу времени t (1 секунду):

$$I = q / t.$$

Для поддержания электрического тока требуется обеспечивать разделение носителей отрицательных и положительных зарядов, что и происходит в источниках.

Способность источника совершать работу по разделению зарядов характеризуется электродвижущей силой (ЭДС), которая обозначается символом E .

Когда источник подключен к цепи, возникает направленное движение зарядов под действием сил притяжения разноименных и отталкивания одноименных зарядов, т.е. электрический ток. Вне источника положительные носители заряда движутся от его положительного зажима (полюса) к отрицательному зажиму (полюсу). Направление движения отрицательных зарядов противоположно движению положительных зарядов. Работа, совершаемая при движении зарядов по элементам электрической цепи характеризуется напряжением, которое обозначается символом U .

$$P = UI = RI^2 = U^2/R.$$

Напряжение и ток на участке цепи постоянного тока связаны законом Ома:

$$U = RI \text{ или } I = U/R,$$

где R – сопротивление (Ом).

Мощность преобразования электрической энергии в другие виды энергии выражается через ток и напряжение (закон Джоуля-Ленца): $P = UI = RI^2 = U^2/R$.

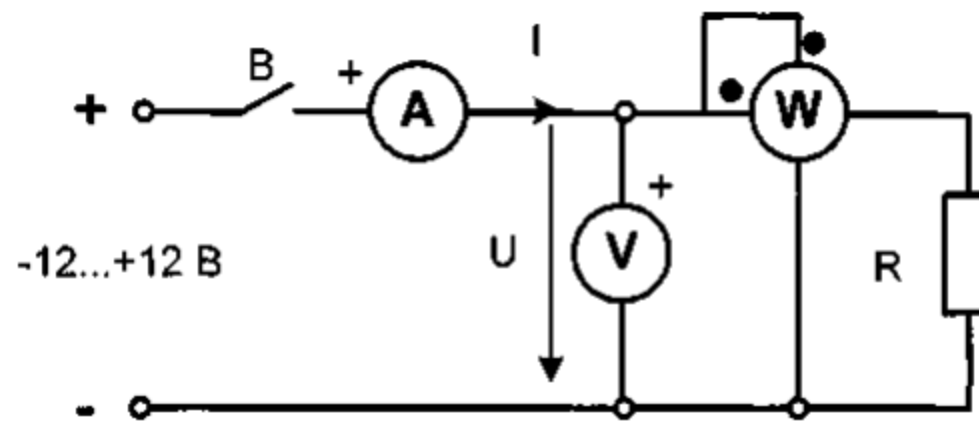


Рис.1

Изображение электрической цепи с помощью условных обозначений называют *схемой* электрической цепи (рис. 1). На расчётных схемах (т.е. на схемах, предназначенных для расчёта электрической цепи) показывают стрелками направления токов и напряжений. За направление тока принимают направление движения положительных зарядов, а за направление напряжения - направление от положительного полюса источника к отрицательному. Когда истинные направления неизвестны, на схеме показывают условные (или предполагаемые) положительные направления.

Экспериментальная часть

Задание

Ознакомиться с измерениями токов, напряжений и сопротивлений с помощью мультиметра, с измерением мощности с помощью ваттметра, экспериментально убедиться в выполнении закона Ома и закона Джоуля-Ленца в электрической цепи постоянного тока.

Порядок выполнения эксперимента

- Включите блок мультиметров, установите на одном из них переключатель в положение измерения сопротивлений (Ω), подключите к мультиметру с помощью соединительных проводов любое сопротивление из набора миниблоков, выберите ближайший превышающий измеряемое сопротивление предел измерения и запишите показание мультиметра $R_{изм}$ и номинальное сопротивление, указанное на этикетке миниблока, затем вычислите относительное отклонение измеряемого сопротивления от номинального значения (относительную погрешность $\Delta R\%$):

$$R_{изм} = \dots\dots\dots \text{Ом}; \quad R_{ном} = \dots\dots\dots \text{Ом}.$$

$$\Delta R\% = \frac{R_{изм} - R_{ном}}{R_{ном}} \times 100\% = \dots\dots\dots$$

- Соберите цепь в соответствии с принципиальной схемой (рис.1) и монтажной схемой (рис. 2.2), установив в наборную панель сопротивление $R_{ном} = 100\dots 1000$ Ом. Запишите значение сопротивления в табл.1.
- Убедитесь, что при включении выключателя «В» в цепи появляется ток, а при выключении - исчезает.
- Устанавливая регулятором напряжения указанные в табл. 1 значения, запишите в таблицу показания приборов.

Не забывайте следить за сигнальными светодиодами ваттметра! При включении светодиода $I >$ или $U >$ переводите соответствующий переключатель на больший предел. При включении светодиода $I <$ или $U <$ переключайте его на меньший предел.

Следите также за светодиодами, указывающими размерность измеряемой мощности: Вт или мВт.

- Вычислите значения мощности $P = UI$ и сопротивления $R = U/I$ и запишите результаты в столбцы таблицы «Вычисленные значения». Сравните результаты измерений и вычислений и сделайте выводы.

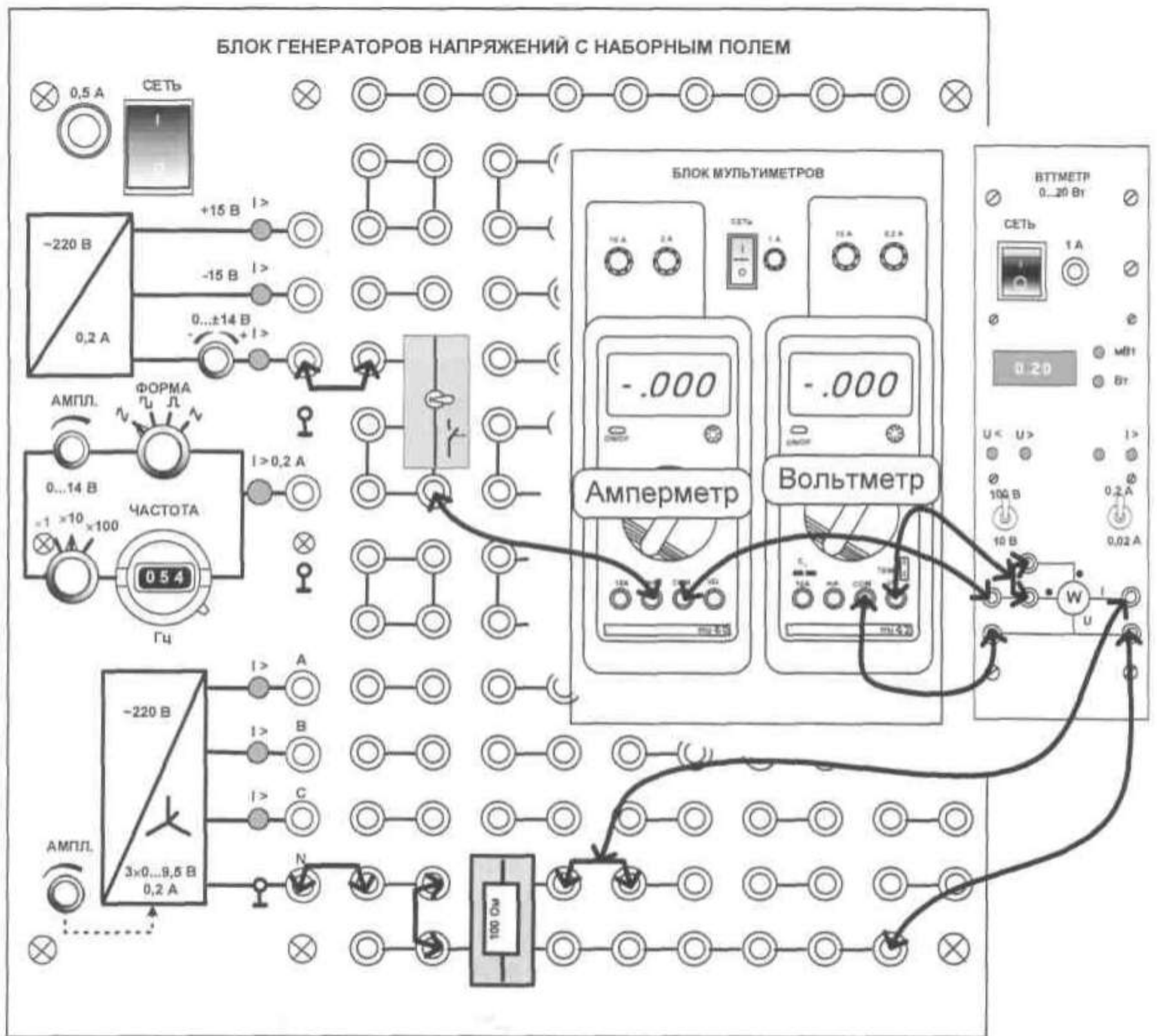


Рис.2.2

Таблица 1

Rном, Ом	Измеренные значения			Вычисленные значения	
	U, В	I, mA	P, Вт	P, Вт	R, Ом
	-5				
	4				
	6				
	8				
	12				

Лабораторная работа №3

Цепь постоянного тока с последовательным соединением резисторов

Общие сведения

Если резисторы или любые другие нагрузки соединены последовательно (рис. 1), по ним проходит один и тот же ток. Величина тока определяется приложенным напряжением U и эквивалентным сопротивлением $R_{\text{экв}}$:

$$I = U / R_{\text{экв}}$$

где $R_{\text{экв}} = \Sigma R = R_1 + R_2 + R_3$.

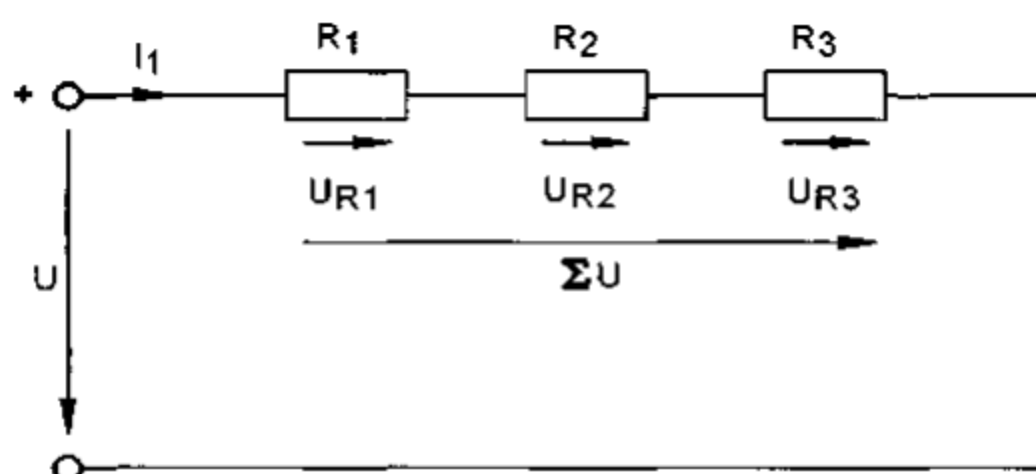


Рис. 4.7.1

На каждый отдельный резистор при этом приходится некоторое частичное напряжение. Сумма частичных напряжений в соответствии со вторым законом Кирхгофа равна полному приложенному напряжению:

$$I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 = U.$$

Экспериментальная часть

Задание

Измеряя токи и напряжения, убедиться, что ток одинаков в любой точке последовательной цепи и что сумма частичных напряжений равна напряжению, приложенному ко всей цепи. Сравнить результаты измерения с расчётом.

Порядок выполнения эксперимента

- Соберите цепь согласно монтажной схеме (рис. 3.2). Последовательно с резисторами 47, 100 и 220 Ом включите специальные миниблоки для подключения амперметра.
- С помощью двухжильного кабеля со штекером поочередно подключайте к этим миниблокам мультиметр в режиме измерения тока и измеряйте ток вдоль всей последовательной цепи. Убедитесь, что ток имеет одно и то же значение и запишите его в табл. 1.
- Затем измерьте напряжения на каждом резисторе, а также полное напряжение на входе цепи. Все измеренные величины занесите в табл. 1.
- Рассчитайте эквивалентное сопротивление цепи, ток и падение напряжения на каждом резисторе. Результаты занесите в табл. 1 и сравните с измеренными значениями.

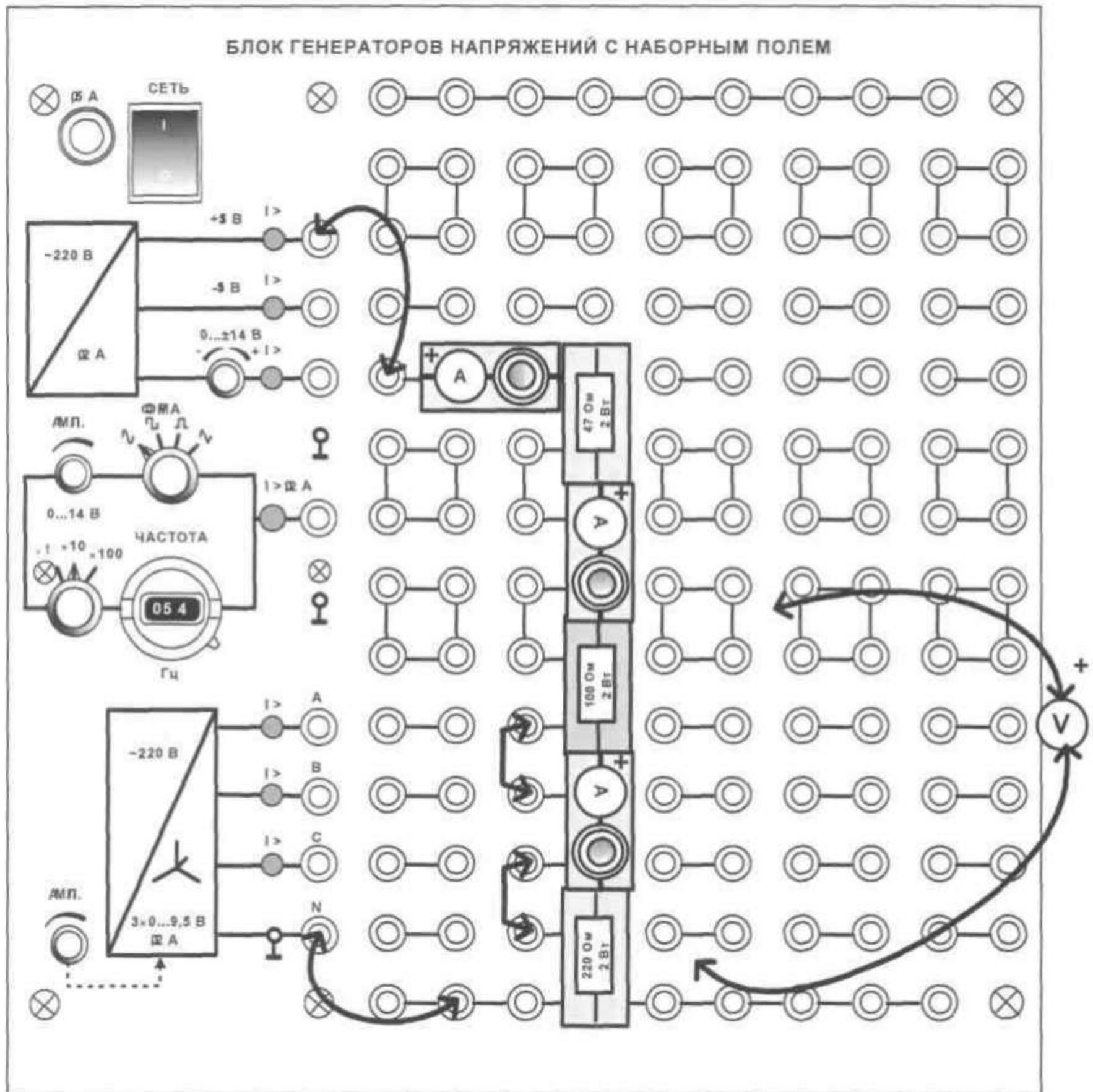


Рис. 3.2

Таблица 1

	Ток (I), мА	Падения напряжения на резисторах, В			Напряжение на входе цепи, В	
		47 Ом (U ₁)	100 Ом (U ₂)	220 Ом (U ₃)	R _{экв}	Ом (U)
Измеренные значения						
Рассчитанные значения						

- Проверьте выполнение второго закона Кирхгофа по экспериментальным и по расчётным значениям напряжений:

$$U = U_1 + U_2 + U_3.$$

Лабораторная работа № 4

Параллельное соединение резисторов в цепи постоянного тока

Общие сведения

Если резисторы или любые другие нагрузки соединены параллельно (рис.4.1), все они находятся под одинаковым напряжением:

$$U = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

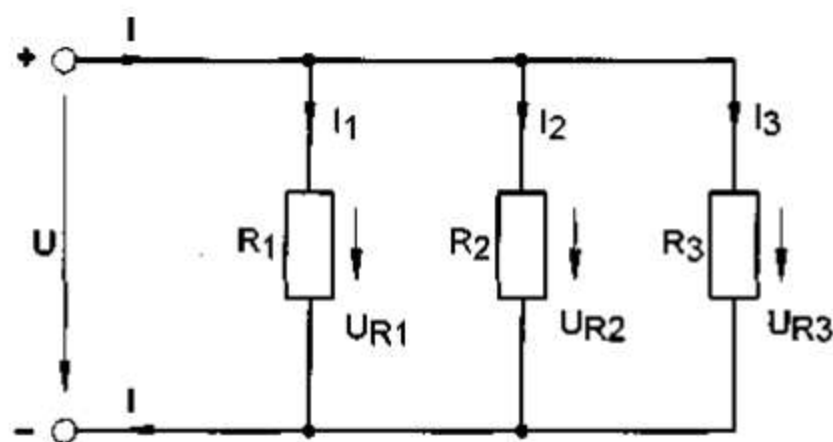


Рис. 4.1

В каждой ветви цепи протекает свой ток. Сумма токов всех ветвей в соответствии с первым законом Кирхгофа равна полному току:

$$I = I_1 + I_2 + I_3.$$

Величина тока ветви зависит от приложенного напряжения и сопротивления данной ветви:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2}, \quad I_3 = \frac{U}{R_3}$$

Ток в неразветвленной части цепи зависит от приложенного напряжения и эквивалентного сопротивления цепи:

$$I_{\Sigma} = \frac{U}{R_{\Sigma}}$$

Для вычисления эквивалентного сопротивления цепи служит формула:

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}.$$

Для цепи с двумя параллельно соединенными резисторами:

$$R_{\Sigma} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Экспериментальная часть

Задание

Измеряя напряжения и токи, убедиться, что напряжение, прикладываемое к каждому резистору, одинаково и что сумма токов ветвей равна полному току цепи. Проверить результаты измерения расчётом.

Порядок выполнения эксперимента

- Соберите цепь согласно монтажной схеме (рис. 4.2), вставив последовательно с каждым из резисторов (330, 220 и 470 Ом) специальные миниблоки для подключения амперметра.
- Измерьте напряжение на каждом резисторе, а также напряжение на источнике. Убедитесь, что все они одинаковы и запишите значение напряжения в табл. 1.
- С помощью мультиметра, специального кабеля со штекером и миниблоков для подключения амперметра измерьте токи в каждом резисторе и на входе цепи. Результаты запишите в табл. 1.
- Рассчитайте эквивалентное сопротивление цепи, ток в каждом резисторе и на входе цепи. Результаты занесите в табл. 1 и сравните с измеренными значениями.
- Проверьте как по экспериментальным, так и по расчётным данным, выполняется ли первый закон Кирхгофа:

$$I = I_1 + I_2 + I_3.$$

Таблица 1

	Напряжение (U), В	Токи в ветвях, мА			Ток на входе цепи, мА
		330 Ом (I_1)	220 Ом (I_2)	470 Ом (I_3)	$R_{жв} = \dots$ Ом (I)
Измеренные значения					
Рассчитанные значения					

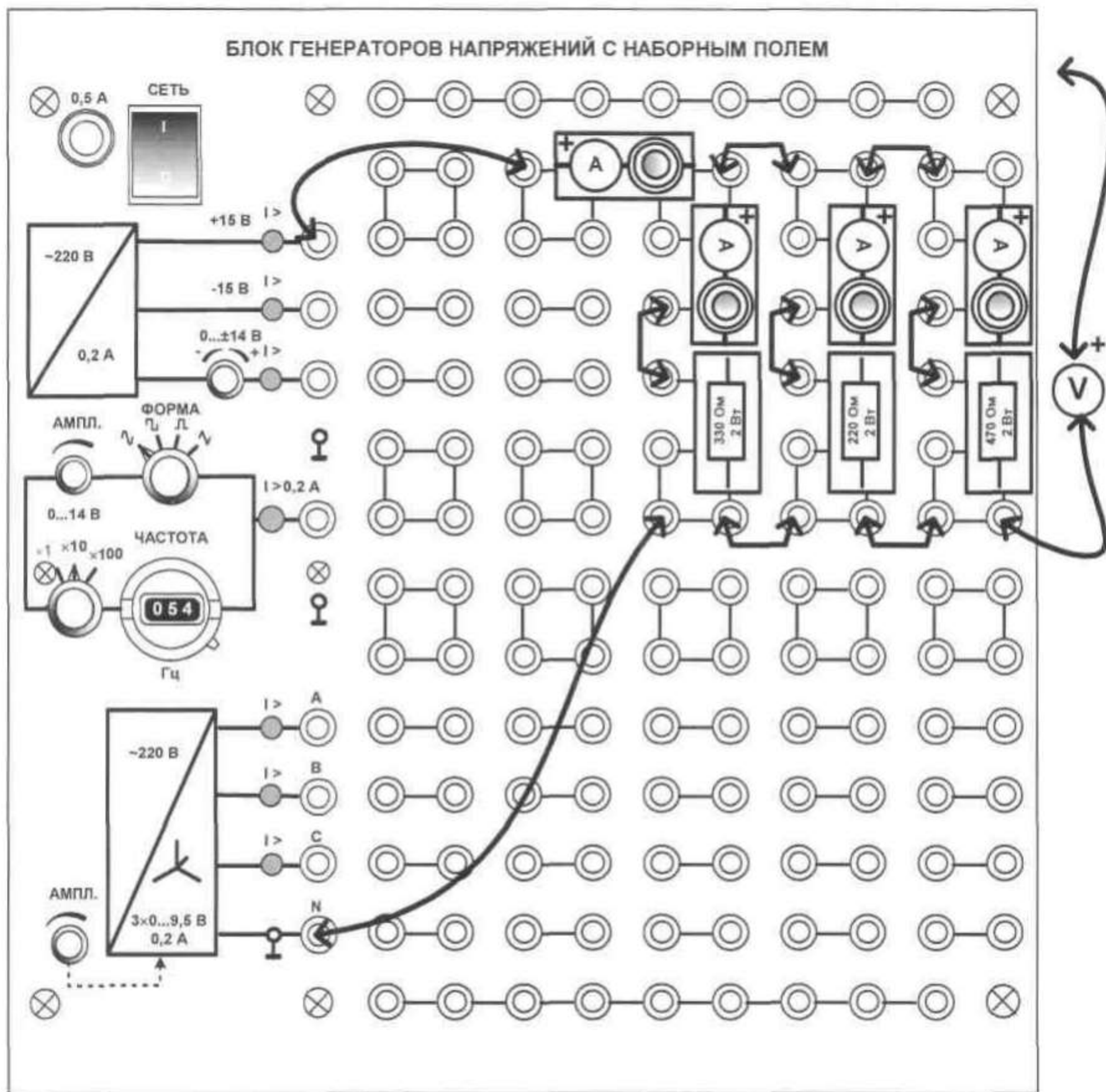


Рис. 4.2

Лабораторная работа № 5

Цепь постоянного тока при смешанном соединении резисторов

Общие сведения

На рис. 5.1 показан пример цепи со смешанным (т.е. последовательно-параллельным) соединением резисторов. Цепь состоит из последовательно (R_1 и R_2) и параллельно (R_3 и R_4) соединенных резисторов.

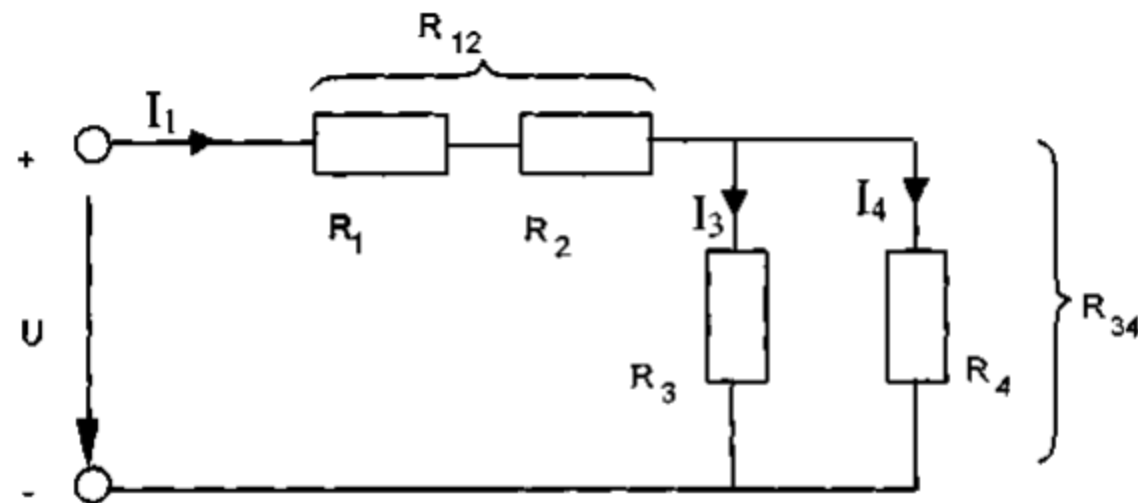


Рис. 5.1

Участки цепи с последовательным и параллельным соединением резисторов относительно друг друга соединены последовательно. Чтобы вычислить полное сопротивление цепи сначала определяют эквивалентное сопротивление параллельного участка:

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}.$$

Затем определяют эквивалентное сопротивление всей цепи, состоящей теперь из трёх последовательно соединённых сопротивлений:

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + R_{34}.$$

Для расчёта токов в этой цепи необходимо сначала определить по закону Ома ток в эквивалентном сопротивлении, он же в сопротивлениях R_1 и R_2 :

$$I_1 = \frac{U}{R_{\Sigma}}.$$

После этого опять же по закону Ома определяются напряжение на участке с параллельным соединением и токи в параллельных ветвях:

$$U_{34} = I_1 R_{34}; \quad I_3 = \frac{U_{34}}{R_3}; \quad I_4 = \frac{U_{34}}{R_4}.$$

Экспериментальная часть

Задание

Измерить токи, напряжения и мощность в цепи при смешанном соединении резисторов. Проверить результаты измерений расчётом. Проверить выполнение первого и второго законов Кирхгофа и баланса мощностей.

Порядок выполнения эксперимента

- Соберите цепь согласно монтажной схеме (рис. 5.2). В каждой из трёх ветвей этой схемы включены миниблоки для подключения амперметра. На входе цепи включён ваттметр для измерения полной мощности, потребляемой цепью.

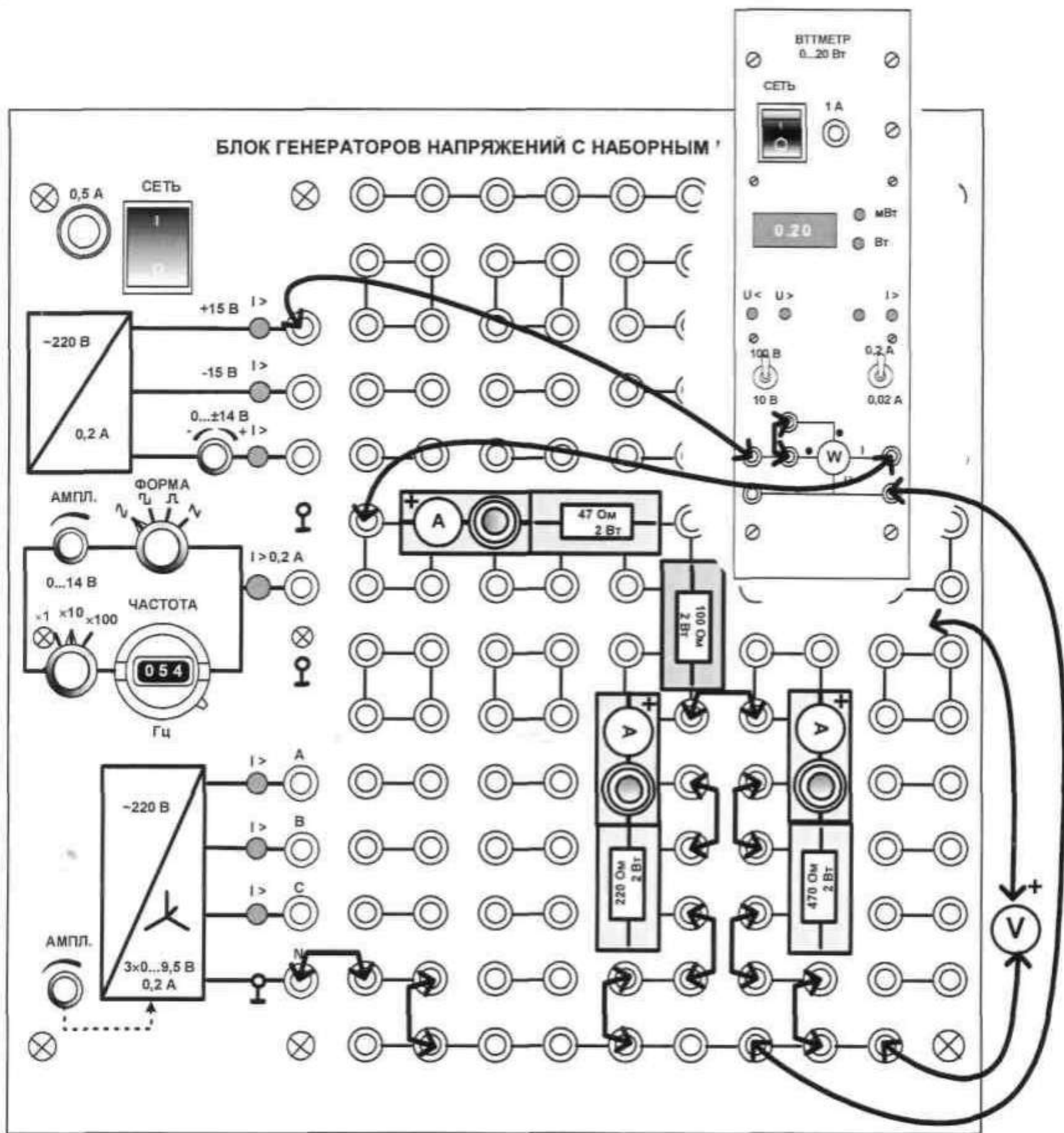


Рис.5.2

- Измерьте токи во всех ветвях, поочерёдно включая миллиамперметр в каждую ветвь цепи. Измерьте напряжения на всех элементах и мощность. *При измерении мощности правильно выберите пределы измерения ваттметра (так, чтобы не светились светодиоды $I >$ и $I <$).* Результаты измерений занесите в табл. 1.

Таблица 1

	$I_1, \text{мА}$	$I_3, \text{мА}$	$I_4, \text{мА}$	$U, \text{В}$	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$U_{34}, \text{В}$	$P, \text{Вт}$
Измеренные величины								
Расчётные значения								

- Убедитесь, что выполняются первый и второй законы Кирхгофа, а именно:

$$I_1 = I_3 + I_4;$$

$$U_1 = U_1 + U_2 + U_{34}.$$

- Рассчитайте токи и напряжения на всех элементах по формулам, приведённым в разделе «Общие сведения», занесите результаты в строку «Расчётные значения» и сравните их с экспериментальными данными. Проверьте также выполнение первого и второго законов Кирхгофа по расчётным значениям.
- Определите мощность, потребляемую каждым резистором и сумму мощностей потребителей:

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \dots \text{Вт};$$

$$P_2 = I_1^2 R_2 = \dots \text{Вт};$$

$$P_3 = I_3^2 R_3 = \dots \text{Вт};$$

$$P_4 = I_4^2 R_4 = \dots \text{Вт};$$

$$\dots \sum P = \dots \text{Вт}.$$

- Вычислите мощность, отдаваемую источником, и убедитесь, что она примерно равна сумме мощностей потребителей:

$$P = UI = \dots \text{Вт}.$$

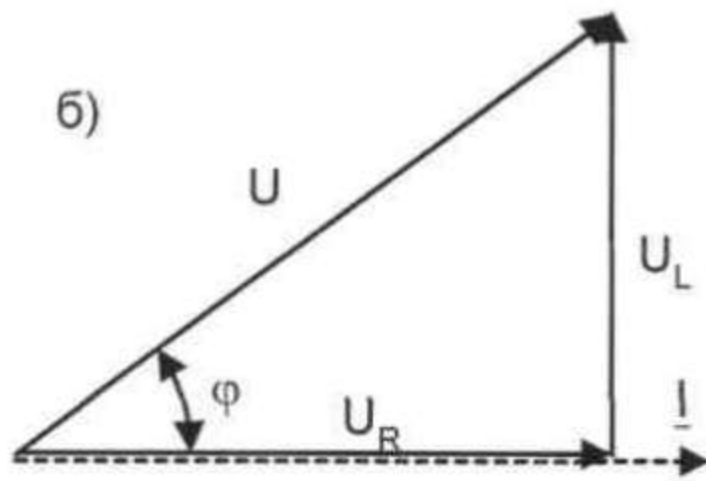
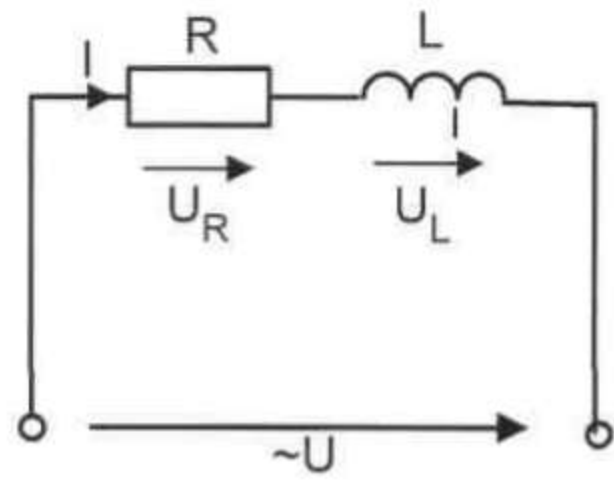
Занесите это значение в табл. 1 и сравните с мощностью, измеренной ваттметром. Сделайте вывод по проделанной работе.

Лабораторная работа №6

Последовательное соединение резистора и катушки индуктивности

Общие сведения

Когда к цепи с резистором и катушкой индуктивности подается переменное синусоидальное напряжение, один и тот же синусоидальный ток имеет место в обоих компонентах цепи, а напряжение на входе цепи равно сумме напряжений на двух компонентах. Поскольку эти два напряжения сдвинуты относительно друг друга по фазе, непосредственное сложение их действующих значений или амплитуд невозможно. Необходимо либо складывать мгновенные значения этих напряжений, либо векторы, соответствующие этим напряжениям, как показано на рисунке.



Аналогично, в цепи с индуктивностью:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = I\sqrt{R^2 + X_L^2} = I \cdot Z, \text{ где } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}, \\ \varphi = \operatorname{arctg}(X_L/R) > 0, \text{ т.е. ток отстаёт от напряжения.}$$

Если каждую сторону треугольника напряжений разделить на ток, то получим треугольник сопротивлений, подобный треугольнику напряжений.



Из треугольника сопротивлений следует, что

$$X_L = Z \cdot \sin \varphi.$$

Экспериментальная часть

Задание

Для цепи с последовательным соединением резистора и катушки измерьте потребляемую активную мощность, действующие значения напряжений на резисторе U_R и реактивном элементе U_L и ток I . Рассчитайте угол сдвига фаз φ , полное сопротивление цепи Z , реактивное сопротивление X и активное сопротивление R , постройте векторную диаграмму.

Порядок выполнения работы

- Соберите цепь согласно схеме



В схеме используйте катушку индуктивности с малым активным сопротивлением. В качестве такой катушки используйте обмотку 300 витков разборного трансформатора. Чтобы создать немагнитный зазор в магнитопроводе, вставьте между двумя частями сердечника квадратики обычной писчей бумаги в один или два слоя. Убавьте частоту до 200 Гц и повторите измерения, расчёт и построение векторной диаграммы.

Выполните измерения активной мощности, действующих значений тока и напряжений, указанных в таблице. При измерениях напряжений подключайте мультиметр к различным зажимам цепи.

	P, Вт	U, В	U _R , В	U _L , В	I, мА	φ, град	R, Ом	X, Ом	Z, Ом
Цепь с катушкой									

Вычислите: фазовый угол $\varphi = \arctg(P/UI)$, полное сопротивление цепи $Z = U/I$, активное сопротивление цепи $R = Z \cdot \cos\varphi$ и ёмкостное сопротивление $X_c = Z \cdot \sin\varphi$. Выберите масштаб и постройте векторную диаграмму напряжений.

СДЕЛАЙТЕ ВЫВОД