

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по учебной дисциплине
ОП.03. Электротехника
для студентов специальности
08.02.09. «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий»
базовой подготовки

Магнитогорск, 2017

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
Монтажа и эксплуатации электрооборудования
Председатель С.Б. Меняшева
Протокол № 7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией МпК
Протокол №4 от 23.03.2017 г.

Составитель:

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова» МпК
Елена Александровна Губчевская

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Электротехника».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 08.02.09. «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий» и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	6
Практическое занятие 2	7
Практическое занятие 3	9
Практическое занятие 4	10
Практическое занятие 5	12
Лабораторная работа 1	13
Лабораторная работа 2	15
Лабораторная работа 3	18
Лабораторная работа 4	21

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические и лабораторные занятия. Являясь частью изучения учебной дисциплины, они призваны экспериментально подтвердить теоретические положения и формировать общие и профессиональные компетенции, практические умения.

Состав и содержание практических и лабораторных работ направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности).

Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Электротехника» предусмотрено проведение практических и лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- выполнять расчеты электрических цепей;
- выбирать электротехнические материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения;
- пользоваться приборами и снимать их показания; выполнять поверки амперметров, вольтметров и однофазных счетчиков;
- выполнять измерения параметров цепей постоянного и переменного токов.

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку студентов к освоению программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1. Организовывать и осуществлять эксплуатацию электроустановок промышленных и гражданских зданий.

ПК 1.2. Организовывать и производить работы по выявлению неисправностей электроустановок промышленных и гражданских зданий.

ПК 1.3. Организовывать и производить ремонт электроустановок промышленных и гражданских зданий.

ПК 2.1. Организовывать и производить монтаж силового электрооборудования промышленных и гражданских зданий с соблюдением технологической последовательности.

ПК 2.2. Организовывать и производить монтаж осветительного электрооборудования промышленных и гражданских зданий с соблюдением технологической последовательности.

ПК 2.3. Организовывать и производить наладку и испытания устройств электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

ПК 2.4. Участвовать в проектировании силового и осветительного электрооборудования.

ПК 3.2. Организовывать и производить наладку и испытания устройств воздушных и кабельных линий.

ПК 3.3. Участвовать в проектировании электрических сетей.

ПК 4.1. Организовывать работу производственного подразделения.

ПК 4.2. Контролировать качество выполнения электромонтажных работ.

ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение правил техники безопасности при выполнении электромонтажных и наладочных работ

А также формированию **общих 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 в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

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

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

Выполнение студентами практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Электротехника» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике,

- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проективных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1. Основные сведения об электрическом токе

Практическая работа № 1

Определение параметров электрической цепи постоянного тока

Цель: научиться определять параметры простой электрической цепи.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь: выполнять расчеты электрических цепей.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание:

Выполните расчёт цепи постоянного тока, состоящей из источника электроэнергии (аккумуляторная батарея), потребителя электроэнергии (резистор) и соединительных проводов. Исходные данные приведены в таблице 1.

Порядок выполнения работы:

- 1) нарисуйте схему электрической цепи;
- 2) определите сопротивление проводника $R_{\text{пров}}$;
- 3) определите сопротивление потребителя электроэнергии $R_{\text{потр}}$;
- 4) определите ЭДС источника электроэнергии;
- 5) определите количество электрической энергии, выделяемое проводником;
- 6) определите мощность потребителя;
- 7) определите мощность источника электроэнергии;
- 8) определите коэффициент полезного действия (КПД) цепи.

Таблица 1 – Исходные данные

вариант	Внутреннее сопротивление источника, Ом	Время работы цепи, с	Длина соединительных проводов, м	Площадь сечения проводов, мм ²	Сила тока, А	Напряжение на потребителе, В	Удельное сопротивление проводов, Ом·м
1	0,1	10	0,5	0,4	1	5	$2 \cdot 10^{-7}$
2	0,2	20	0,6	0,5	2	6	$3 \cdot 10^{-8}$
3	0,3	30	0,7	0,6	3	7	$4 \cdot 10^{-8}$
4	0,4	40	0,7	0,7	4	8	$5 \cdot 10^{-7}$
5	0,5	50	0,2	0,8	5	9	$2 \cdot 10^{-7}$
6	0,6	60	0,3	0,9	6	10	$2 \cdot 10^{-8}$
7	0,7	70	0,4	0,4	7	11	$3 \cdot 10^{-8}$
8	0,8	80	0,5	0,5	0,5	12	$4 \cdot 10^{-7}$
9	0,9	90	0,6	0,6	0,6	13	$5 \cdot 10^{-7}$
10	0,1	100	0,7	0,7	0,7	14	$6 \cdot 10^{-8}$
11	0,2	110	0,7	0,8	0,8	15	$2 \cdot 10^{-8}$
12	0,3	120	0,2	0,9	0,9	3	$2 \cdot 10^{-7}$
13	0,4	10	0,3	0,4	1	4	$3 \cdot 10^{-8}$
14	0,5	20	0,4	0,5	2	5	$4 \cdot 10^{-8}$
15	0,6	30	0,5	0,6	3	6	$5 \cdot 10^{-7}$
16	0,7	40	0,6	0,7	4	7	$2 \cdot 10^{-7}$
17	0,8	50	0,7	0,8	5	8	$2 \cdot 10^{-8}$
18	0,9	60	0,7	0,9	6	9	$3 \cdot 10^{-8}$
19	0,1	70	0,2	0,4	7	10	$4 \cdot 10^{-7}$
20	0,2	80	0,3	0,5	0,5	11	$5 \cdot 10^{-7}$
21	0,3	90	0,4	0,6	0,6	12	$6 \cdot 10^{-8}$
22	0,4	100	0,5	0,7	0,7	13	$2 \cdot 10^{-8}$

23	0,5	110	0,6	0,8	0,8	14	$2 \cdot 10^{-7}$
24	0,6	120	0,7	0,9	0,9	15	$3 \cdot 10^{-8}$
25	0,7	10	0,7	0,4	1	5	$4 \cdot 10^{-8}$
26	0,8	20	0,2	0,5	2	6	$5 \cdot 10^{-7}$
27	0,9	30	0,3	0,6	3	7	$2 \cdot 10^{-7}$
28	0,1	40	0,4	0,7	4	8	$2 \cdot 10^{-8}$
29	0,3	120	0,2	0,9	0,9	3	$2 \cdot 10^{-7}$
30	0,4	10	0,3	0,4	1	4	$3 \cdot 10^{-8}$

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта (по вариантам);
- в) схему электрической цепи;
- г) результаты расчётов;
- д) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока и методы их расчета

Практическая работа № 2

Расчёт цепи постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением резисторов

Цель: научиться рассчитывать электрические цепи постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением потребителей электроэнергии.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выполнять расчеты электрических цепей.

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание: Решите задачи:

1. К трём последовательно соединённым резисторам в цепи с постоянным источником напряжения подключили последовательно четвёртый резистор $R_4 = R_3$. Определить изменение тока в цепи и изменения напряжений на каждом резисторе. Нарисуйте схему к задаче. Исходные данные вариантов приведены в таблице 2.

2. К трём параллельно соединённым резисторам в цепи с постоянным источником напряжения подключили четвёртый резистор $R_4 = R_3$. Определить изменение общего тока в цепи и изменением токов в ветвях. Нарисуйте схему к задаче. Исходные данные вариантов приведены в таблице 2.

3. В цепи постоянного тока определить токи на всех элементах схемы (рис.1). Исходные данные вариантов приведены в таблице 2.

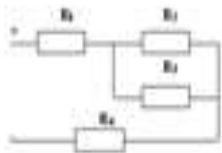


Схема №1

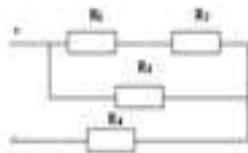


Схема №2

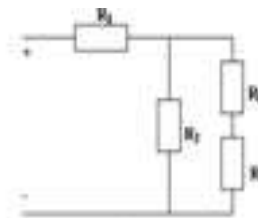


Схема №3

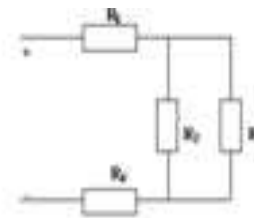


Схема №4

Рисунок 1 - Схемы к задаче №3

Таблица 2 – Исходные данные

№ вариан-та	Задача 1				Задача 2				Задача 3					
	R_1, OM	R_2, OM	R_3, OM	U, В	R_1, OM	R_2, OM	R_3, OM	U, В	№ схе-мы	R_1, OM	R_2, OM	R_3, OM	R_4, OM	U, В
1	10	15	20	36	10	15	20	36	1	10	15	20	36	100
2	20	30	20	90	20	30	20	90	2	20	30	20	90	200
3	30	40	30	80	30	40	30	80	3	30	40	30	80	150
4	40	50	32	80	40	50	32	80	4	40	50	32	80	120
5	50	60	35	90	50	60	35	90	1	50	60	35	90	100
6	60	15	36	90	60	15	36	90	2	60	15	36	90	150
7	15	16	24	42	15	16	24	42	3	15	16	24	42	200
8	16	17	25	45	16	17	25	45	4	16	17	25	45	120
9	17	18	12	50	17	18	12	50	1	17	18	12	50	140
10	18	19	12	60	18	19	12	60	2	18	19	12	60	150
11	15	20	15	36	20	15	10	36	3	15	10	20	36	100
12	30	20	30	90	20	30	20	90	4	30	20	20	90	200
13	40	30	40	80	30	40	30	80	1	40	30	30	80	150
14	50	32	50	80	32	50	40	80	2	50	40	32	80	120
15	60	35	60	90	35	60	50	90	3	60	50	35	90	100
16	15	36	15	90	36	15	60	90	4	15	60	36	90	150
17	16	24	16	42	24	16	15	42	1	16	15	24	42	200
18	17	25	17	45	25	17	16	45	2	17	16	25	45	120
19	18	12	18	50	12	18	17	50	3	18	17	12	50	140
20	19	12	19	60	12	19	18	60	4	19	18	12	60	150
21	10	20	20	36	10	15	36	36	1	10	10	20	36	100
22	20	20	20	90	20	30	90	90	2	20	20	20	90	200
23	30	30	30	80	30	40	80	80	3	30	30	30	80	150
24	40	32	32	80	40	50	80	80	4	40	40	32	80	120
25	50	35	35	90	50	60	90	90	1	50	50	35	90	100
26	60	36	36	90	60	15	90	90	2	60	60	36	90	150
27	15	24	24	42	15	16	42	42	3	15	15	24	42	200
28	16	25	25	45	16	17	45	45	4	16	16	25	45	120
29	17	12	12	50	17	18	50	50	1	17	17	12	50	140
30	18	12	12	60	18	19	60	60	2	18	18	12	60	150

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) исходные данные для расчёта (по вариантам);
- в) схема электрической цепи к каждой задаче;
- г) результаты расчётов;
- д) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Практическое занятие № 3

Расчёт цепей постоянного тока разными методами

Цель: научиться рассчитывать электрические цепи постоянного тока разными методами.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь: выполнять расчеты электрических цепей

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание

Определить токи в цепи: методом узловых и контурных уравнений, методом наложения, методом узлового напряжения, методом контурных токов. Составьте баланс мощностей. Схемы электрических цепей приведены на рисунке 2. Исходные данные вариантов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные

Вариант	№ схемы	E_1 , В	E_2 , В	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом
1	1	100	80	1	5	20
2	2	110	70	2	4	21
3	3	120	60	3	3	22
4	4	130	50	4	2	23
5	1	140	60	5	1	24
6	2	150	70	4	1	25
7	3	140	80	3	2	20
8	4	130	70	2	1	21
9	1	120	60	1	2	22
10	2	110	50	1	3	23
11	1	100	80	2	4	24
12	2	110	70	3	5	25
13	3	120	60	4	3	20
14	4	130	50	5	5	21
15	1	140	60	4	1	22
16	2	150	70	3	2	23
17	3	140	80	2	3	24
18	4	130	70	1	4	25
19	1	120	60	1	5	20
20	2	110	50	2	1	21
21	1	100	80	3	1	22
22	2	110	70	4	2	23
23	3	120	60	5	3	24
24	4	130	50	4	4	25
25	1	140	60	3	5	20
26	2	150	70	2	4	21
27	3	140	80	1	3	22
28	4	130	70	1	2	23
29	1	120	60	2	1	24
30	2	110	50	3	2	25

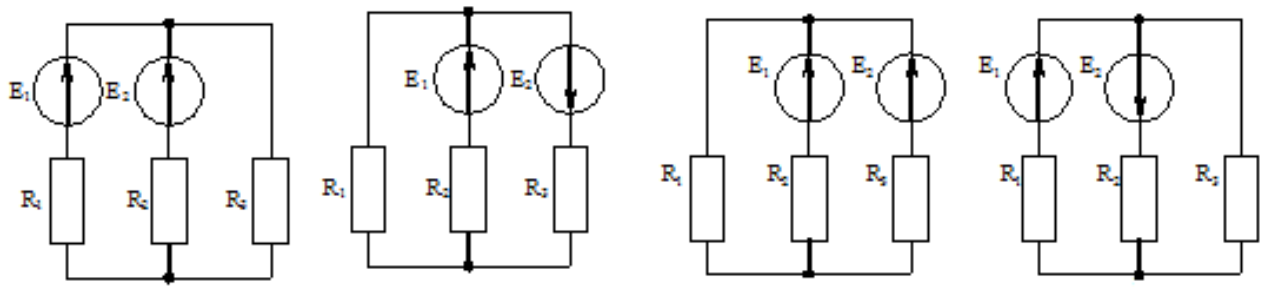


Схема №1

Схема №2

Схема №3

Схема №4

Рисунок 2 - Схемы электрических цепей

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- исходные данные для расчёта (по вариантам);
- схема электрической цепи к каждой задаче;
- результаты расчётов;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 3.4 Разветвленные цепи переменного тока

Практическая работа №4

Расчет разветвленных цепей методом проводимостей

Цель: научиться рассчитывать однофазную разветвленную электрическую цепь переменного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь: выполнять расчеты электрических цепей

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание:

Определите ток в неразветвленной части цепи (рис.3), активную, реактивную и полную мощность всей цепи, если напряжение источника питания $u = 282 \sin 314t$. Постройте векторную диаграмму. Исходные данные в таблице 4.

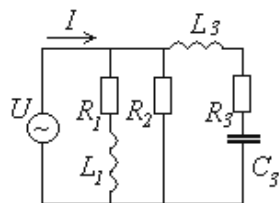


Рисунок 3 - Электрическая схема к заданию

Таблица 4 – Исходные данные

Вариант	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_3, \text{Ом}$	$L_1, \text{мГн}$	$L_3, \text{мГн}$	$C_3, \text{мкФ}$	Вариант	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_3, \text{Ом}$	$L_1, \text{мГн}$	$L_3, \text{мГн}$	$C_3, \text{мкФ}$
1	0	4	6	20	0	100	16	0	6	4	20	0	100
2	2	0	6	0	25	150	17	6	0	2	0	25	150
3	4	0	10	30	0	200	18	10	0	4	30	0	200
4	6	10	0	25	30	0	19	10	6	0	25	30	0
5	0	20	0	20	50	100	20	0	30	0	10	50	100
6	0	8	12	30	0	120	21	0	12	8	30	0	120
7	8	0	8	0	20	150	22	6	0	10	0	20	150
8	10	0	8	20	0	200	23	10	0	8	20	0	200
9	19	6	0	25	30	0	24	19	6	0	25	30	0
10	20	10	0	30	25	100	25	20	10	0	30	25	100
11	0	8	12	30	0	120	26	0	8	12	30	0	120
12	8	0	8	0	20	150	27	8	0	8	0	20	150
13	10	0	8	20	0	200	28	10	0	8	20	0	200
14	19	6	0	25	30	0	29	19	6	0	25	30	0
15	20	10	0	30	25	100	30	20	10	0	30	25	100

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схема электрической цепи к задаче;
- результаты расчётов;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 3.5 Символический метод расчета цепей синусоидального тока с применением комплексных чисел

Практическая работа №5

Расчет цепей переменного тока символическим методом

Цель: научиться рассчитывать однофазную неразветвленную электрическую цепь переменного тока символическим методом

Выполнив работу, Вы будете:

уметь: выполнять расчеты электрических цепей

Материальное обеспечение: для проведения практической работы наличие специальных материалов и оборудования не требуется.

Задание

В цепи с переменным напряжением U и стандартной частотой 50Гц включены последовательно активное сопротивление R , катушка индуктивности с сопротивлением X_L и конденсатор ёмкостью C . Определить ток в цепи, напряжение на элементах, построить векторную диаграмму. Определить активную, реактивную и полную мощность. Расчёт выполнить символическим методом. Исходные данные в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные

Вариант	U, В	R, Ом	X_L , Ом	C, мкФ	вариант	U, В	R, Ом	X_L , Ом	C, мкФ
1	100	30	10	70	16	160	25	40	70
2	120	25	15	80	17	170	20	45	80
3	130	20	20	90	18	180	35	50	90
4	140	35	25	100	19	190	40	10	100
5	150	40	30	110	20	200	10	15	110
6	160	10	35	120	21	100	15	20	120
7	170	15	40	130	22	120	20	25	130
8	180	20	45	140	23	130	25	30	140
9	190	25	50	150	24	140	30	35	150
10	200	30	10	160	25	150	25	40	160
11	100	35	15	20	26	160	30	45	20
12	120	40	20	25	27	170	35	50	25
13	130	45	25	30	28	180	40	20	30
14	140	50	30	70	29	190	45	25	70
15	150	30	35	80	30	200	50	30	80

Форма представления результата

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схема электрической цепи к задаче;
- в) результаты расчётов;
- г) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному результату.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено.

Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока и методы их расчета

Лабораторная работа № 1

Простейшие линейные электрические цепи постоянного тока

Цель работы: получение навыков сборки простых электрических цепей, включения в электрическую цепь измерительных приборов. Научиться измерять токи и напряжения, убедиться в соблюдении законов Ома и Кирхгофа в линейной электрической цепи постоянного тока. Исследовать особенности последовательного и параллельного соединения в электрических цепях постоянного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться приборами и снимать их показания; выполнять поверки амперметров, вольтметров и однофазных счетчиков;
- выполнять измерения параметров цепей постоянного и переменного токов.

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01

Задание:

1. Изучить тему «Линейные электрические цепи постоянного тока», содержание данной лабораторной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы к ней.
2. Начертить принципиальные схемы исследуемых цепей с включенными измерительными приборами.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторной установкой
2. Собрать линейную электрическую цепь постоянного тока с последовательным соединением элементов (рис. 4), выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 6). Представить схему для проверки преподавателю.

Таблица 6

Вариант	1	2	3	4	5	6
E2, В	12	10	8	12	10	8
R1*	R5-1	R5-2	R5-3	R5-1	R5-2	R5-3
R2*	R3	R3	R3	R8	R8	R8

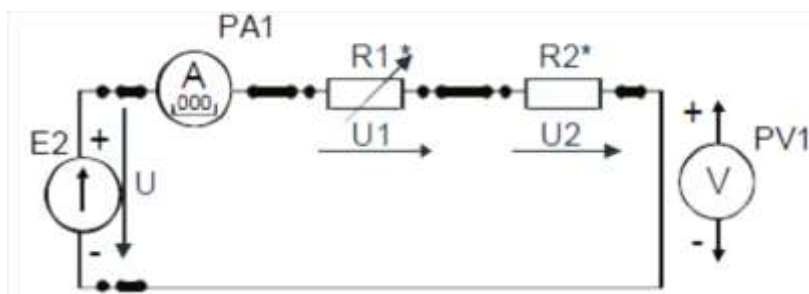


Рисунок 4 - Электрическая цепь постоянного тока с последовательным соединением элементов

3. Включить электропитание стенда и источник электропитания E2. Установить в соответствии с заданным вариантом значение напряжения источника E2, подключив к его выходным клеммам вольтметр. Подключая вольтметр PV1 к соответствующим гнездам, измерить величину напряжения на резисторах R1 и R3, а также ток I в цепи. Результаты измерений за-

нести в табл.7. Изменить по указанию преподавателя величину сопротивления R_1 с помощью соответствующего тумблера (позиции 1, 2 или 3) и снова провести аналогичные измерения. Выключить источник E_2 . По результатам измерений вычислить величину сопротивления каждого потребителя (R_1 и R_2) и общее (эквивалентное) сопротивление R_{Σ} цепи. Результаты вычислений занести в табл. 2. Выключить источник электропитания.

Таблица 7

Измерено			Вычислено			
Напряжение на входе цепи $U, В$	Ток в цепи, $I, А$	Напряжение на потребителе, В		Сопротивление потребителя, Ом		Эквивалентное сопротивление цепи, $R_{\Sigma}, Ом$
		U_1	U_2	R_1	R_2	

Сравнить результаты измерений и убедиться в том, что сумма сопротивлений отдельных потребителей равна сопротивлению всей цепи. Убедиться в соблюдении второго закона Кирхгофа. Объяснить изменение режима работы цепи и отдельных потребителей при изменении величины сопротивления одного из резисторов.

4. Собрать электрическую цепь с параллельным соединением резисторов (рис. 5), выбрав элементы цепи и величину напряжения питания в соответствии с заданным вариантом (табл. 8). Представить схему для проверки преподавателю.

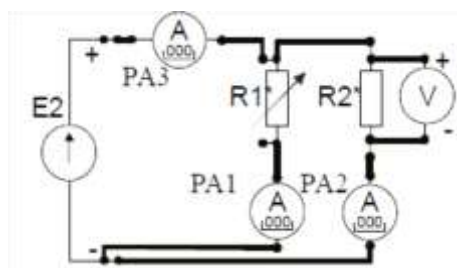


Рисунок 5.- Электрическая цепь с параллельным соединением резисторов

Таблица 8

Вариант	1	2	3	4	5	6
$E_2, В$	12	10	8	12	10	8
R_1	R_{4-1}	R_{4-2}	R_{4-3}	R_{4-1}	R_{4-2}	R_{4-3}
R_2	R_7	R_7	R_7	R_9	R_9	R_9

5. Включить источник постоянного напряжения E_2 . Установить заданное значение напряжения питания. Измерить напряжения и токи на всех участках цепи. Результаты занести в табл. 9.

6. Изменить по указанию преподавателя величину сопротивления R_1 с помощью соответствующего тумблера и снова провести аналогичные измерения. Выключить электропитание. По результатам измерений рассчитать сопротивления резисторов R_1, R_2 и сопротивление всей цепи R_{Σ} , проводимости отдельных ветвей g_1 и g_2 и всей цепи g_{Σ} . Результаты вычислений занести в табл. 9. Убедиться в соблюдении первого закона Кирхгофа.

Таблица 9

Измерено				Вычислено					
$U, В$	$I_1, А$	$I_2, А$	$I_3, А$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$g_1, См$	$g_2, См$	$g_{\Sigma}, См$	$R_{\Sigma}, Ом$
		—	—						
			—						

7. Проанализировать влияние изменения величины сопротивления резистора R_1 на режим работы цепи и отдельных потребителей. Объяснить, почему это имеет место.
8. Сделать выводы о выполнении законов Кирхгофа и о применении закона Ома в линейной электрической цепи постоянного тока.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

Тема 3.2. Элементы и параметры электрических цепей переменного тока

Лабораторная работа №2

Экспериментальное определение параметров элементов цепей переменного тока

Цель: приобретение навыков определения параметров элементов в цепях переменного тока по результатам измерений, включения в цепь вольтметра и амперметра, измерения тока и напряжения, применения закона Ома в цепи переменного тока.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться приборами и снимать их показания; выполнять поверки амперметров, вольтметров и однофазных счетчиков;
- выполнять измерения параметров цепей постоянного и переменного токов.

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01

Задание:

1. Изучить тему «Простейшие электрические цепи переменного тока», содержание данной лабораторной работы.
2. Начертить принципиальные схемы исследуемых цепей с включенными измерительными приборами.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Экспериментальное определение величины сопротивления резистора.

Собрать схему по рисунку 6. В качестве резистора R^* использовать резистор R_{11} или R_{10} (табл. 10). В соответствии с заданным вариантом установить соответствующий тумблер в заданную позицию (1, 2 или 3). Представить схему для проверки преподавателю.

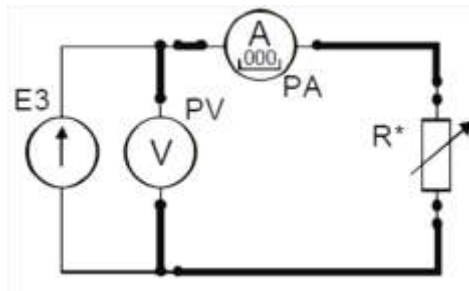


Рисунок 6 - Цепь переменного тока с резистором

Таблица 10 – Исходные данные для сборки цепи с резистором

№ варианта	1	2	3	4	5	6
U, В	5	7	6	5	7	6
R*	R10-1	R10-2	R10-3	R11-1	R11-2	R11-3

Включить электропитание стенда и источник питания E3, установить заданное значение напряжения источника питания и измерить величину напряжения и тока в цепи. Результаты занести в таблицу 13.

3. Для определения величины емкости конденсатора собрать схему по рисунку 7а. В качестве исследуемого конденсатора С* использовать перестраиваемый конденсатор С1 в соответствующей позиции переключателя (например, запись С1-2 означает, что переключатель батареи конденсаторов С1 должен быть в позиции «2»). После проверки схемы преподавателем включить электропитание стенда и источник питания E3, установить у измерителя мощности режим измерения частоты f. В соответствии с заданием (табл. 11) установить заданные значения величины напряжения питания и его частоты. Частоту устанавливать с точностью $\pm(5...10)$ Гц. Измерить величину тока, напряжения и частоты в цепи. Результаты занести в таблицу 13.

Таблица 11 - Исходные данные для сборки цепи с конденсатором

№ варианта	1	2	3	4	5	6
U, В	5	5	5	7	7	7
C*	C1-1	C1-2	C1-3	C1-4	C1-5	C1-3
f, Гц	300 \pm 10	250 \pm 10	200 \pm 10	160 \pm 10	130 \pm 10	100 \pm 10

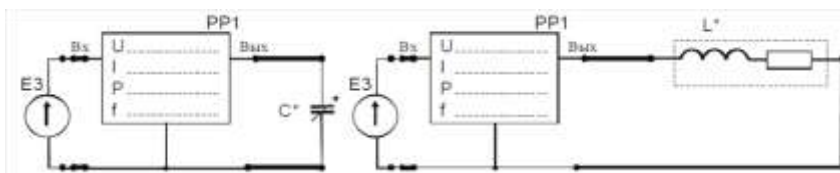


Рисунок 7 - Цепь переменного тока с конденсатором (а) и катушкой индуктивности (б)

4. Для определения параметров реальной катушки индуктивности собрать схему по рисунку 7б. В качестве исследуемой катушки L* использовать катушки L1, L2 стенда или их последовательное соединение (L1+ L2) в соответствии с заданным вариантом (табл. 12).

Таблица 12 - Исходные данные для сборки цепи с катушкой индуктивности

№ варианта	1	2	3	4	5	6
L*	L1	L1	L2	L2	L1+ L2	L1+ L2
f, Гц	200	300	250	350	200	300

После проверки схемы преподавателем включить электропитание стенда и источник питания E3, установить значения величину напряжения питания 7 В и заданное значение частоты f . Частоту устанавливать с точностью $\pm(5 \dots 10)$ Гц. Измерить величину тока и активной мощности в цепи. Результаты занести в таблицу 13.

5. Определить величину активного сопротивления катушки методом амперметра и вольтметра. Для этого подключить её к источнику постоянного напряжения E2 (рис. 8). Установить у цифрового амперметра режим измерения постоянного тока. После проверки схемы преподавателем включить источник питания E2, установить у него выходное напряжение 10 В и измерить величину постоянного тока в цепи. Результат занести в таблицу 13. Выключить электропитание.

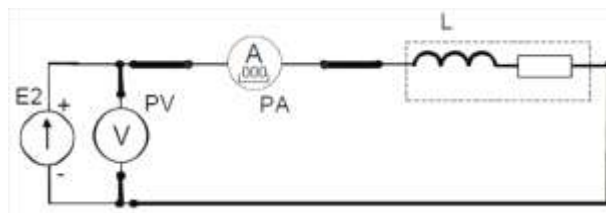


Рисунок 8 – Цепь постоянного тока с катушкой индуктивности

Таблица 13 – Результаты измерений

Включено	Измерено				Вычислено			
	U, В	I, mA	f, Гц	P, Вт	Z, Ом	R, Ом	L, мГн	C, мкФ
R*			-----				-----	-----
C*				-----		-----	-----	
L*								-----
L*			-----	-----	-----		-----	-----

6. По результатам измерений рассчитать полное сопротивление Z каждого элемента, активное сопротивление R , величину индуктивности L и емкости C и построить векторные диаграммы.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) электрические схемы опытов;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) расчетные соотношения;
- д) векторные диаграммы для резистора, реальной катушки и конденсатора;
- е) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если была допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

Тема 3.6 Трехфазные цепи и их расчет

Лабораторная работа № 3

Трехфазная цепь при соединении потребителей по схемам «звезда» и «треугольник»

Цель: ознакомиться с трехфазными системами, измерением фазных и линейных токов и напряжений. Проверить основные соотношения между токами и напряжениями симметричного и несимметричного трехфазного потребителя. Выяснить роль нейтрального провода в четырехпроводной трехфазной системе.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- пользоваться приборами и снимать их показания; выполнять поверки амперметров, вольтметров и однофазных счетчиков;
- выполнять измерения параметров цепей постоянного и переменного токов.

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01.

Задание:

1. Изучить тему «Трехфазные электрические цепи при соединении по схеме «звезда», содержание данной лабораторной работы.
2. Начертить принципиальные схемы исследуемых цепей исследуемых цепей с включенными измерительными приборами.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой.
2. Включить электропитание стенда. Включить трехфазный источник питания Е4 и измерить стрелочным вольтметром линейные и фазные напряжения источника питания на холостом ходу. Результаты измерений занести в табл. 14. Выключить источник электропитания. Проверить соотношение между линейными и фазными напряжениями источника питания.

Таблица 14 - Результаты измерений

Измерено на клеммах источника питания						Вычислено		
Линейные напряжения			Фазные напряжения			$U_{л}, В$	$U_{ф}, В$	$U_{л}/U_{ф}$
$U_{AB}, В$	$U_{BC}, В$	$U_{CA}, В$	$U_A, В$	$U_B, В$	$U_C, В$			

3. Собрать симметричную четырехпроводную трехфазную электрическую цепь (рис. 9). В качестве амперметров использовать цифровые приборы в режиме измерения переменного тока (тумблер режима работы приборов в позиции «~»). В качестве потребителей RA, RB, RC использовать резисторы R17, R18, R19, установив соответствующие тумблеры в позицию «1». Представить схему для проверки преподавателю.
4. Исследовать режимы работы симметричной трехфазной цепи при наличии и отсутствии нейтрального провода, а также влияние нейтрального провода и обрыва линейного провода заданной фазы (табл.15) на режим работы цепи. Для этого включить электропитание стенда, источник трехфазного напряжения Е4 и измерять линейные токи IA, IB, IC и ток в нейтральном проводе IN, фазные напряжения источника UA, UB, UC, фазные напряжения на потребителях UАП, UBП, UCП и напряжение смещения нейтрали UnN. Напряжения измерять, подключая выводы вольтметра к соответствующим клеммам. Результаты измерений занести в табл. 16. Выключить источник питания Е4.

5. Исследовать режимы работы несимметричной трехфазной цепи с активной нагрузкой при наличии и отсутствии нейтрального провода, а также влияние нейтрального провода и обрыва линейного провода заданной фазы на режим работы цепи. Для этого установить параметры цепи в соответствии с заданным вариантом (табл. 15), включить электропитание стенда, источник трехфазного напряжения E2 и измерить токи, фазные напряжения источника, фазные напряжения на потребителях и напряжение смещения нейтрали U_{nN} . Результаты измерений занести в табл. 16. Выключить источник питания E4.

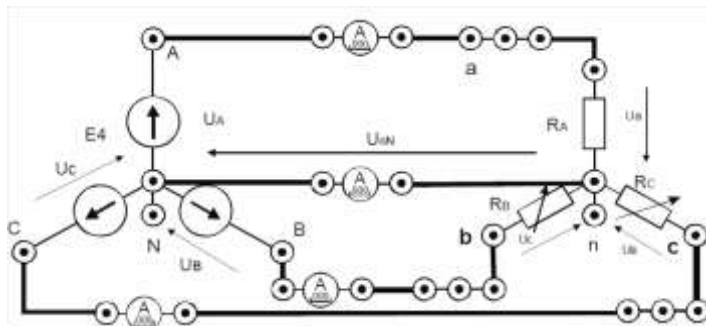


Рисунок 9 – Схема трехфазной электрической цепи

Таблица 15 – Исходные данные для сборки цепи

№ варианта	1	2	3	4	5	6
R_A	R18	R18	R18	R18	R18	R18
R_B	R17-2	R17-2	R17-3	R17-1	R17-2	R17-3
R_C	R19-1	R19-2	R19-2	R19-2	R19-3	R19-3
Обрыв провода	A	B	C	A	B	C

6. Исследовать режимы работы несимметричной четырехпроводной и трехпроводной цепи при неоднородной нагрузке, Для этого подключить в фазе «А» вместо резистора конденсатор С3, установить переключатели резисторов R17 и R19 в позицию «1», включить источник питания E2. Результаты измерений занести в табл. 16. Выключить источник питания E4.

7. Исследовать влияние сопротивления линии передачи на режим работы трехфазной цепи. Для этого включить последовательно в каждую фазу дополнительные резисторы R14, R15, R16, установить симметричную нагрузку, включить электропитание и измерить напряжения и токи. Результаты измерений занести в табл. 16.

8. По результатам измерений вычислить

- среднее значение линейных напряжений U_L источника питания;
- среднее значение фазных напряжений U_F источника питания;
- отношение U_L / U_F ;
- среднее значение тока при симметричной нагрузке.

9. Для всех проведенных опытов методом засечек построить в масштабе векторные диаграммы.

10. Сравнить режимы работы и сделать вывод о влиянии нейтрального провода на работу трехфазной системы при симметричной и несимметричной нагрузке.

Форма представления результата:

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) технические данные электроизмерительных приборов;
- в) схему эксперимента с включенными измерительными приборами;
- г) таблицы с результатами эксперимента;
- д) векторные диаграммы для всех проведенных опытов;
- е) вывод о роли нейтрального провода в трехфазной цепи при соединении потребителя по схеме звезда;
- ж) вывод о влиянии сопротивления линии передачи на работу трехфазной цепи.

Таблица 16 - Результаты измерений

Режим нагрузки	Токи, мА				Напряжения, В							
	I _A , мА	I _B , мА	I _C , мА	I _N , мА	Фазные напряжения источника, В			Фазные напряжения потребителей, В			U _{nN}	
					U _A	U _B	U _C	U _a	U _b	U _c		
Четырёхпроводная цепь, нагрузка симметричная												
Обрыв линейного провода в четырёхпроводной симметричной цепи												
Трёхпроводная цепь, нагрузка симметричная												
Обрыв линейного провода в трёхпроводной симметричной цепи												
Четырёхпроводная цепь, нагрузка несимметричная однородная												
Трёхпроводная цепь, нагрузка несимметричная однородная												
Обрыв линейного провода в трёхпроводной несимметричной цепи												
Четырёхпроводная цепь, нагрузка несимметричная неоднородная												
Трёхпроводная цепь, нагрузка несимметричная неоднородная												

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.

Тема 4.1 Методы измерения. Электроизмерительные приборы

Лабораторная работа № 4

Поверка (калибровка) амперметра и вольтметра

Цель: экспериментально определить погрешности амперметров, вольтметров и однофазных счетчиков.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

– пользоваться приборами и снимать их показания; выполнять поверки амперметров, вольтметров и однофазных счетчиков.

Материальное обеспечение:

Лабораторный стенд ЭЦ-МР-01.

Порядок выполнения работы

1. Изучите и зарисуйте принципиальные электрические схемы экспериментов.

2. Калибровка аналогового вольтметра

– соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений (рис.10).

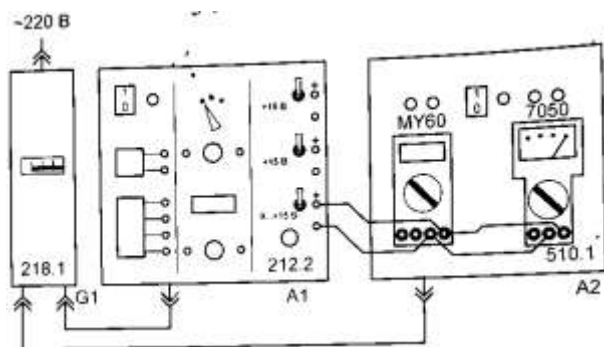


Рисунок 10 – Схема калибровки вольтметра

– установите минимальное выходное напряжение на выходе регулируемого генератора постоянных напряжений (блок A1): ручку регулировки напряжения 0...15 В поверните против часовой стрелки до упора. Тумблер источника постоянного напряжения переведите в верхнее положение: источник подключен к гнездам «+» и «-».

– установите пределы измерения мультиметров блока A2: для мультиметра 7050 предел измерения постоянного напряжения 2,5 В; для мультиметра MY60 предел измерения постоянного напряжения 20 В (переключать на 2 В при соответствующих напряжениях).

– проверьте и, при необходимости, скорректируйте установку стрелки аналогового мультиметра 7050 на 0 шкалы.

– включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

– включите выключатель «СЕТЬ» блока генераторов напряжения A1, блока мультиметров A2 и выключатель питания мультиметра MY60.

– вращая по часовой стрелке ручку регулировки постоянного напряжения генератора A1 установите стрелку аналогового прибора (7050) на конечное деление шкалы. Сравните ожидаемую величину конечного значения предела измерения аналогового вольтметра (2,5 В) с точным значением, измеренным цифровым прибором.

– для оценки точности вольтметра, определите его абсолютную погрешность для оцифрованных делений шкалы.

–уменьшая выходное напряжение генератора постоянных напряжений последовательно установить стрелку аналогового прибора на деления шкалы 250, 200, 150, 100 и 50 единиц, что соответствует 2,5, 2, 1,5, 1 и 0,5 В. Соответствующее этим показаниям аналогового прибора точное значение напряжения генератора определить по показаниям цифрового мультиметра. Вычислить абсолютную погрешность показаний аналогового прибора. Результаты занести в таблицу 17.

Таблица 17

Показания аналогового вольтметра		Показания цифрового вольтметра, В	Абсолютная погрешность, В
делений	В		
40	6		
30	4,5		
20	3		
10	1,5		

3. Калибровка аналогового амперметра

–соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений (рис.11).

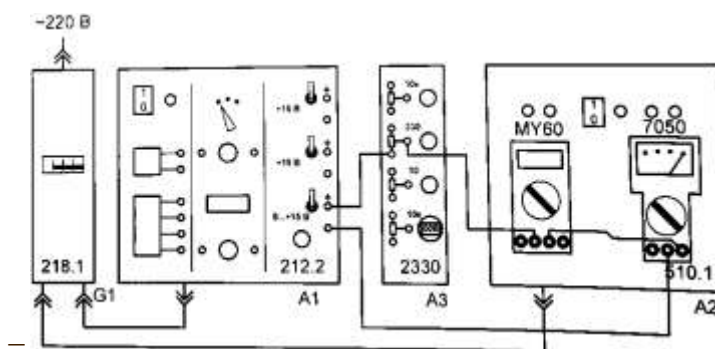


Рисунок 11 – Схема калибровки амперметра

–установите минимальное выходное напряжение на выходе регулируемого генератора постоянных напряжений (блок A1): ручку регулировки напряжения 0...15 В поверните против часовой стрелки до упора. Тумблер источника постоянного напряжения переведите в верхнее положение: источник подключен к гнездам «+» и «-».

–установите ручку переменного резистора 330 Ом в среднее положение – указатель в положении 50% (блок A3).

–установите пределы измерения мультиметров блока A2: для мультиметра 7050 предел измерения постоянного тока 50 мА; для мультиметра MY60 предел измерения постоянного тока 200 мА.

–проверьте и, при необходимости, скорректируйте установку стрелки аналогового мультиметра 7050 на 0 шкалы.

–включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

–включите выключатель «СЕТЬ» блока генераторов напряжения A1, блока мультиметров A2 и выключатель питания мультиметра MY60.

–вращая по часовой стрелке ручку регулировки постоянного напряжения генератора A1 добейтесь отклонения стрелки аналогового прибора на конечное деление шкалы. Если при максимальном напряжении на выходе генератора (15 В) не удастся получить требуемый ток, уменьшите величину сопротивления переменного резистора «330 Ом».

–уменьшая выходное напряжение генератора постоянных напряжений, последовательно установите стрелку аналогового прибора на деления шкалы 40, 30, 20 и 10 мА. Соответствующее этим показаниям аналогового прибора точное значение тока в цепи определите по показани-

ниям цифрового мультиметра. Вычислить абсолютную погрешность показаний аналогового прибора. Результаты занести в таблицу 18.

Таблица 18

Показания аналогового миллиамперметра, делений		Показания цифрового миллиамперметра, мА	Абсолютная погрешность, мА
	мА		
40	40		
30	30		
20	20		
10	10		

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) перечень аппаратуры;
- в) принципиальные электрические схемы экспериментов;
- г) результаты измерений;
- д) выводы по работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если эксперимент проведён, обработаны результаты, выполнены все задания, работа оформлена в соответствии с требованиями.

Оценка «хорошо» ставится, если были допущены ошибки при проведении эксперимента, обработке результатов или при оформлении отчёта.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если эксперимент проведён, приведено неполное выполнение заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если эксперимент не проводился, задание не выполнено.