

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Владимир Иванович Ойоржиев
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.10.2025 21:29:48
Уникальный программный ключ:
043f149fe29b39f38c91fa342d88c83cd0d6921f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДФ ФГБОУ ВО
«Дагестанский государственный технический университет»
Технический колледж

«Утверждаю»

Завуч ТК

Г.Н. Айдаева
Г.Н. Айдаева
« 02 » 09 2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по ОП 5 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

для студентов по профессии СПО

23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин

Дербент, 2021 год

Введение

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности и жизни.

В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием практических занятий является решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ проблемных ситуаций, решение ситуационных задач, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками).

На практических занятиях студенты овладевают первоначальными умениями и навыками, которые будут использовать в профессиональной деятельности и жизненных ситуациях.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения и компетентность будущих специалистов.

Целями проведения практических занятий являются:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам профессионального цикла (профессиональных модулей) технического профиля;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Результатом практических занятий является формирование следующих общих и профессиональных компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Содержание практических занятий

Практическое занятие № 1

Методы сращивания проводов скруткой и изоляции электропроводов

Цель занятия: Приобрести навыки снятия изоляции («зачищения») участков электропроводов, приобрести навыки сращивания электропроводов и изолирования оголенных участков электропроводов.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

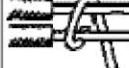
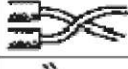
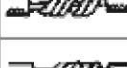
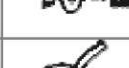
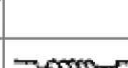
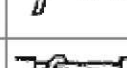
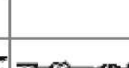
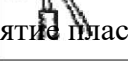
ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Оборудование: провода, изолента, щипцы для снятия изоляции.

Порядок проведения.

При подготовке проводов к сращиванию (ответвлению), необходимо освободить участок провода от изоляции. При использовании специальных инструментов для снятия изоляции, эта операция занимает минимум времени и не требует навыков от мастера. Но, как правило, в инструментарии числится лишь острый нож и тогда необходимо иметь в виду некоторые несложные приемы: нельзя надрезать изоляцию, держа лезвие монтажного ножа перпендикулярно проводу. Острая кромка лезвия оставит микроскопический круговой надрез на центральном проводнике и в этом месте провод обязательно сломается. Даже если этого не произойдет при разделке провода, то непременно случится при его дальнейшей эксплуатации; нож при срезании изоляции должен скользить под острым углом к проводнику (как при заточке карандаша) и аккуратно снимать стружку за стружкой; нужно, чтобы сторона заточки смотрела в сторону, противоположную движению инструмента. В результате, лезвия даже при незначительном прикосновении к изоляции, врезаются в нее, и изоляция трубочкой легко снимается, не повреждая провод.

Расположение проводов	Вид скрутки					
	простая скрутка		бандажная скрутка		скрутка желобком	
параллельная скрутка						
						
Последовательная скрутка						
Ответвление						
	Снятие пластмассовой изоляции оплавлением					

Если есть паяльник под рукой, проще и лучше снимать пластмассовую изоляцию термическим способом. Для этого достаточно концом жала паяльника провести надавливая по окружности изоляции в нужном месте. Изоляция разогреется, оплавится и легко снимется рукой. Незаменим метод снятия изоляции оплавлением в случаях работы со старой электропроводкой. Со временем пластмасса стареет и делается очень жесткой, как кость. Выступает в распределительной коробке в стене кусок провода длиной всего 3см. Ножом или кусачками к изоляции не подобраться. В этой ситуации только оплавление поможет решить задачу. Размягчить изоляцию можно подогрев ее спичкой или газовой зажигалкой, затем уже снимать её.

Снятие изоляции с эмалированного провода

При диаметре проводника более 0,2мм самым удобным механический метод снятия изоляции. Можно снимать изоляцию наждачной бумагой или соскабливанием ножом. Для того, что бы снять наждачной бумагой, нужно небольшой лист мелкой наждачной бумаги согнуть пополам, завести внутрь между согнутыми половинками листа конец провода и не сильно сжимая пальцами протаскивать провод. И так повторять эту операцию поворачивая провод, пока вся эмаль не будет снята. Для снятия эмали ножом, нужно положить конец провода на любую твердую поверхность и поворачивая провод по кругу, соскабливать эмаль, пока конец провода полностью не очистится от изоляции. В случае снятия изоляции с провода диаметром менее 0,2мм, то механическим способом без повреждения или обрыва проводника снять эмаль сложно. Но легко снять эмаль термохимическим способом, с помощью паяльника и куска хлорвиниловой изоляции. Для этого нужно протягивать конец провода между жалом паяльника, прижатым к хлорвинилу. Выделяемый от нагрева хлор очистит провод от эмали. Этот метод не заменим при снятии эмали с провода типа лицендрат, который широко применяется в радиосвязи для намотки высокочастотных катушек индуктивности. Лицендрат представляет собой много тонких проволочек покрытых эмалью и свитых в один проводник. С успехом эмаль снимается и с помощью аспирина, на таблетку кладете проводок и прижимаете паяльником, и затем протягиваете провод. При этом провод сразу еще и залуживается. - зачищенные концы провода вначале скручивают пальцами, а затем пассатижами, плотно наматывая виток к витку в месте соединения.

Рис. 1. Простая скрутка.

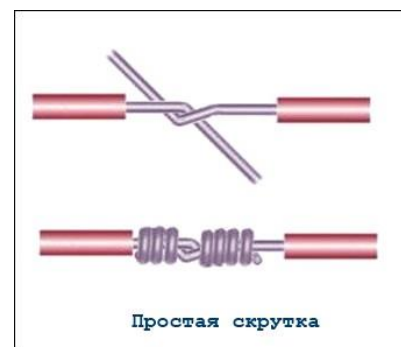
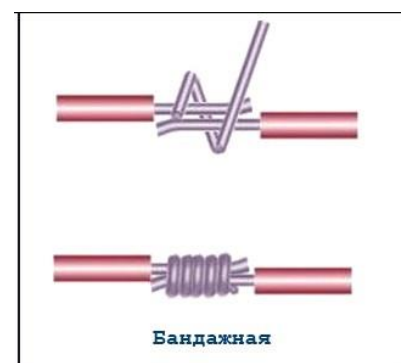


Рис. 2. Бандажная скрутка



Бандажная скрутка используется при соединении проводов большого сечения. Для этого зачищенные соединенные участки сращиваемых проводов плотно обматываются отдельным проводником такого же или меньшего диаметра. Скрутка желобком, как правило, применяется при соединении алюминиевых жил, поскольку при последующей пайке специальными припоями дает наиболее надежный электрический контакт.



Рис. 3. Скрутка желобком.

Ответвления проводов скруткой. В практике зачастую возникает необходимость сделать дополнительный отвод электрической линии для подключения дополнительных потребителей, установки дополнительного освещения и так далее. Это несложно выполнить, используя уже знакомую технологию выполнения скруток. Подготовка проводов в этом случае отличается лишь тем, что зачистка от изоляции производится на конце отводяемого и в середине основного токонесущего провода без его разрыва (оголяется промежуток длиной полтора - два сантиметра).

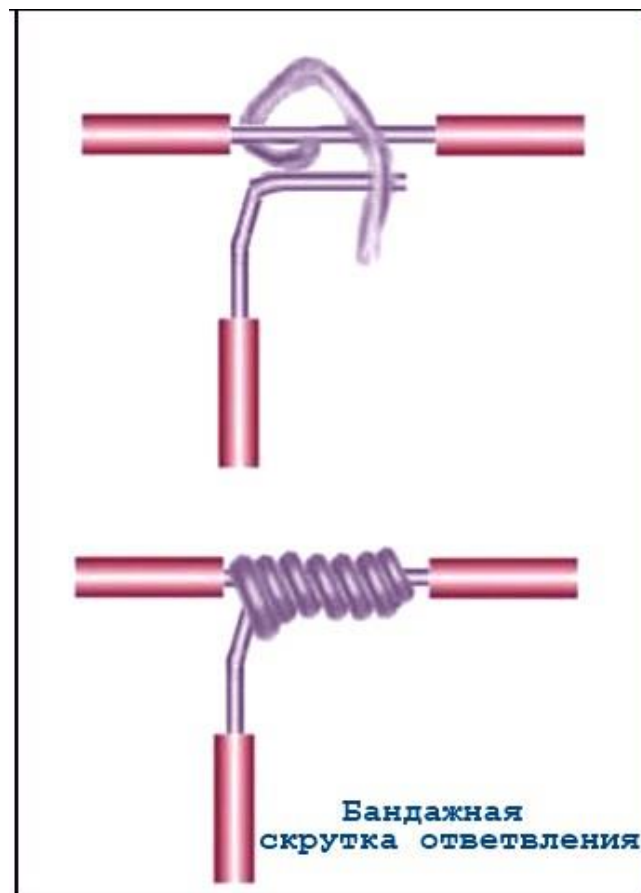


Рис. 4. Бандажная скрутка отведения.

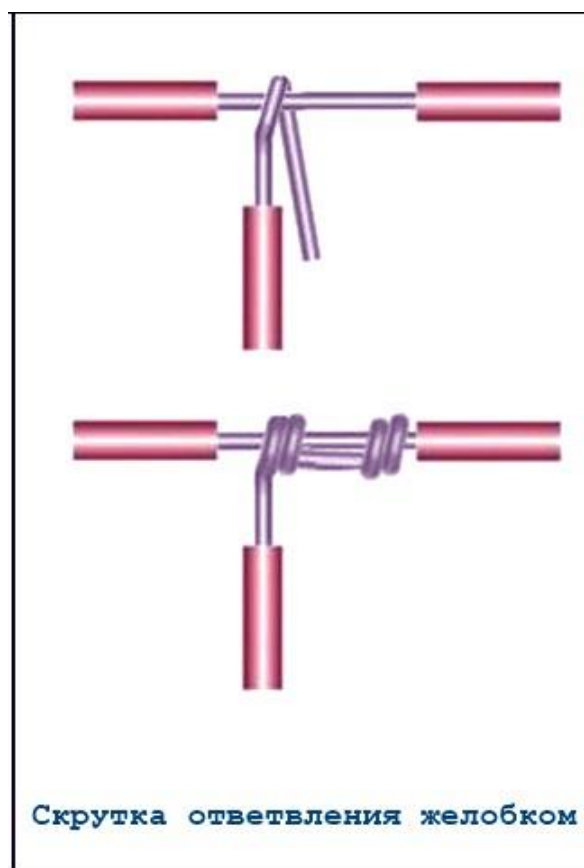


Рис. 5. Скрутка ответвления желобком.

При выполнении всех видов скруток пропайка места соединения электрических проводов не только улучшит характеристики электрического контакта, но и обезопасит от случайного возгорания, которое может случиться при «искрящем» контакте. Если один проводник обвить вокруг другого, то механическая прочность такого соединения будет недостаточной. При скрутке проводов необходимо выполнить не менее трех витков проводов друг вокруг друга. Следует обратить особое внимание на материалы из которых изготовлены скручиваемые провода. Скручивания медного проводника с алюминиевым не допустимо, так как при контакте меди с алюминием возникает ЭДС более 0,6 мВ, что приведёт к окислению алюминиевого провода и возникновению большого сопротивления в месте скрутки, а это, в свою очередь, приведет к сильному нагреву места скрутки со всеми вытекающими последствиями.

Затем, теоретически, необходимо укрепить изоляцию толстой ниткой, сделав ее своего рода оплетку на кабеле. В распределительных коробках скрутки можно изолировать специальными защитными колпачками. Взять два отрезка провода со снятой изоляцией и выполнить простую скрутку (см. рис. 1). Взять два отрезка сращиваемых проводов со снятой изоляцией и отрезок провода без изоляции меньшей толщины и выполнить бандажную скрутку (см. рис. 2). Взять два отрезка провода со снятой изоляцией и выполнить скрутку желобком (см. рис. 3). Операцию изоляции мест пропаянных скруток выполнить изоляционной лентой в два слоя. Для того, чтобы изоляционная лента не размоталась при длительной эксплуатации, укрепим места изоляции оплеткой из толстой бандажной нити.

Порядок выполнения работ по заданию «Ответвление проводов скруткой» (смотри рисунки 4, 5) тот же, что и в предыдущем задании. В этом случае изоляция с одного из двух сращиваемых проводов снимается не с конца провода, а в середине.

Практическое занятие № 2

Чтение принципиальных, электрических и монтажных схем

Цель занятия: закрепление теоретических знаний.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

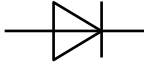
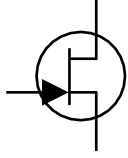
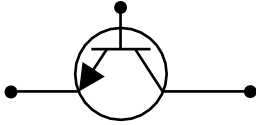
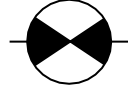
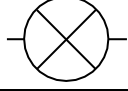
ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

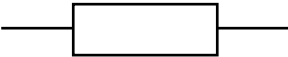
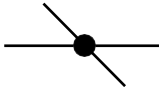
ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

8.4. Оборудование: карточки-задания.

8.5. Порядок проведения.

8.5.1. Соотнесите название устройств с графическими изображениями.

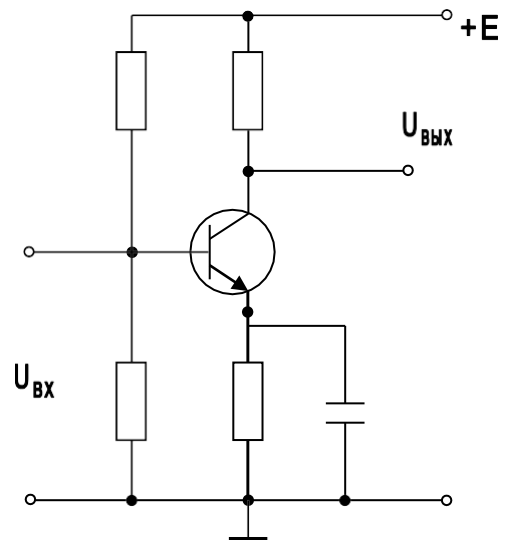
Условное графическое изображение	Название
	биполярный транзистор
	выключатель
	полевой транзистор
	источник переменного тока
	сигнальная лампа
	лампочка

	источник постоянного тока
	конденсатор
	соединение проводов
	сопротивление
	катушка индуктивности
	диод

Ответьте на вопросы:

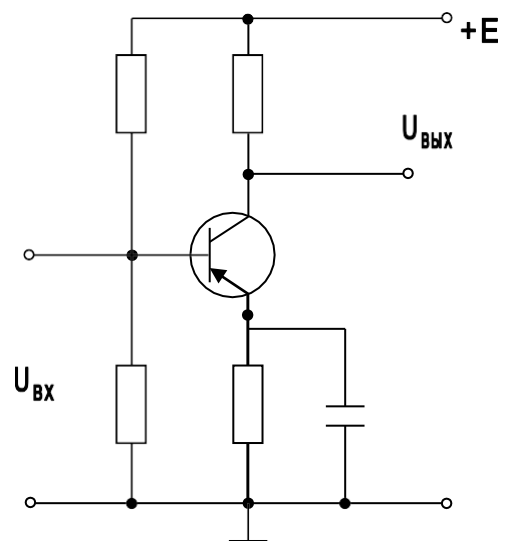
1. На рисунке приведена схема...

- ☐ однополупериодного выпрямителя.
☐ мостового выпрямителя.
☐ усилителя с общим эмиттером.
☐ делителя напряжения.



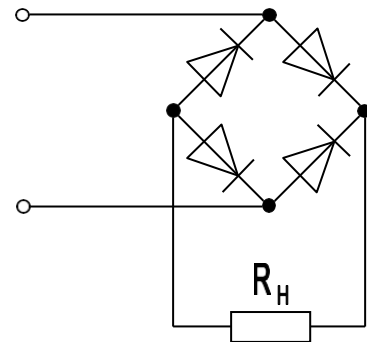
2. На рисунке приведена схема...

- ☐ однополупериодного выпрямителя.
☐ усилителя на биполярном транзисторе.
☐ усилителя на полевом транзисторе.
☐ делителя напряжения.



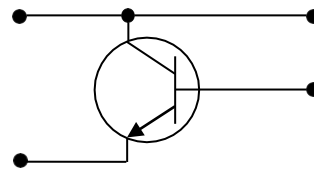
3. На рисунке изображена схема выпрямителя...

- ☐ однополупериодного.
- ☐ двухполупериодного мостового.
- ☐ двухполупериодного с выводом средней точки обмотки трансформатора.
- ☐ трёхфазного однополупериодного.



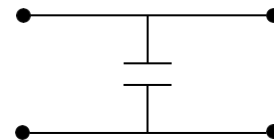
4. На рисунке приведена схема включения транзистора с общей (-им)...

- ☐ коллектором.
- ☐ базой.
- ☐ эмиттером.
- ☐ землёй.



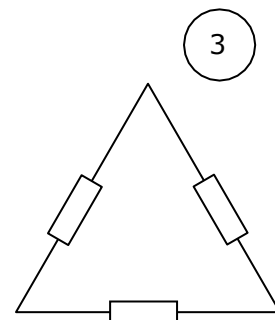
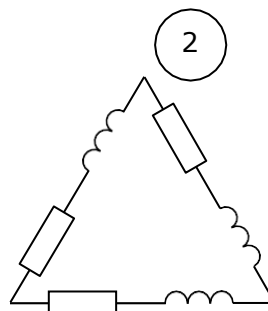
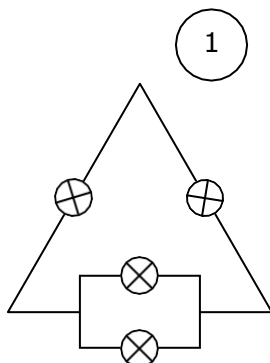
5. На рисунке изображена схема фильтра...

- ☐ активно-индуктивного.
- ☐ активно-ёмкостного.
- ☐ ёмкостного.
- ☐ индуктивного.



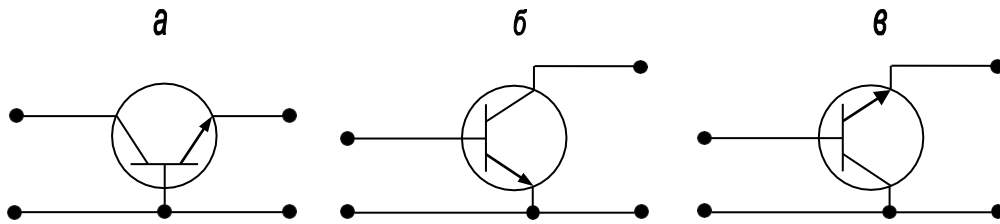
6. В какой из трёх схем, показанных на рисунке, нагрузка является несимметричной?

- ☐ 1.
- ☐ 2.
- ☐ 3.



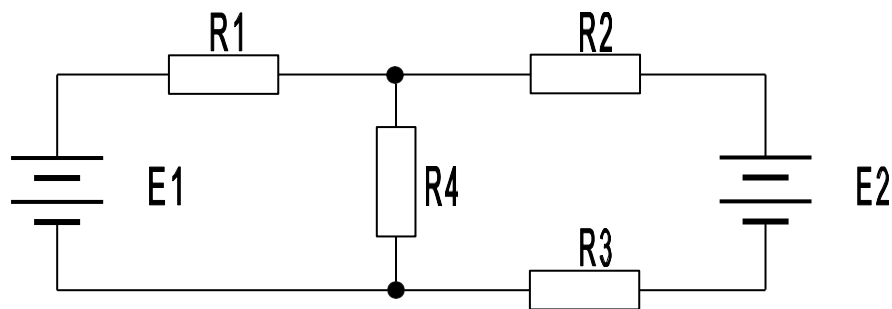
7. Схеме включения транзистора с общей базой соответствует рисунок...

- ☐ а)
☐ б)
☐ в)



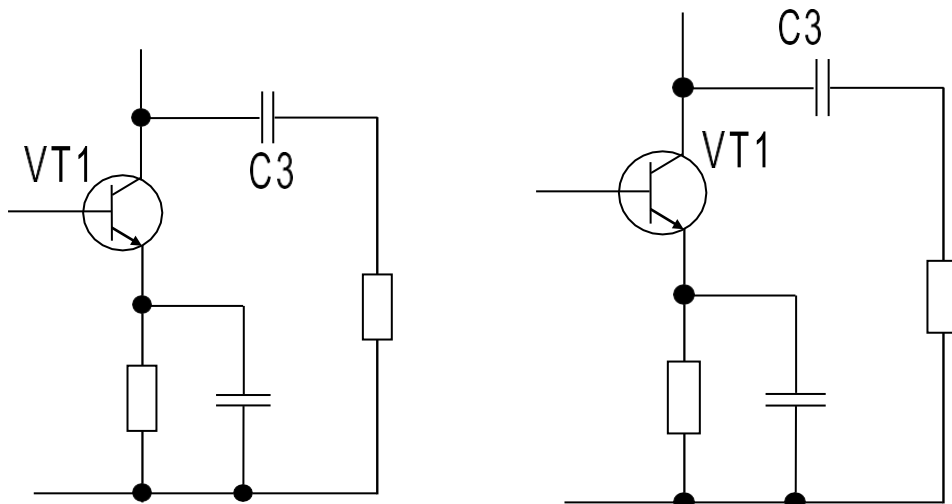
8. Сколько узлов, ветвей и контуров имеет электрическая цепь, изображенная на рисунке?

1. Узлов – 6; ветвей – 5; контуров – 3.
2. Узлов – 2; ветвей – 3; контуров – 2.
3. Узлов – 2; ветвей – 5; контуров – 3.
4. Узлов – 2; ветвей – 3; контуров – 1.



9. На какой схеме позиционные обозначения рядом с условными графическими обозначениями элементов проставлены правильно

1. На левой.
2. На правой.
3. На обеих неправильно.
4. На обеих правильно.



Практическое занятие № 3

Решение задач на применение закона Ома.

Цель занятия: Закрепление теоретических знаний.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Оборудование: стандартный набор обучающихся.

Порядок проведения.

1. Заполните таблицу:

	Величина	Обозначение	Формула	Единицы измерения
1	ЭДС			
2		R		
3				Ампер
4	Напряжение			
5	Сила тока			
6		U		
7				Ом

2. Выберите правильную запись Ома для замкнутой цепи

$U = \frac{I}{R}$	$I = \frac{U}{R+r}$	$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$	$I = \frac{U}{R}$
-------------------	---------------------	-------------------------------	-------------------

3. Рассчитайте силу тока в замкнутой цепи, состоящей из источника тока и внешнего резистора. ЭДС источника тока равна 10 В, его внутренне сопротивление равно 1 Ом, сопротивление резистора равно 4 Ом.

4. ЭДС батареи 6 В, внешнее сопротивление 11,5 Ом, а внутреннее 0,5 Ом. Чему равно напряжение на зажимах батареи?

5. Гальванический элемент с ЭДС 5 В и внутренним сопротивлением 0,2 Ом замкнут на проводник сопротивлением 40 Ом. Чему равно напряжение на этом проводнике?

6. При напряжении 2 В на концах металлического проводника длиной 2 м сила тока через него равна 1 А. Какой будет сила тока через такой же проводник длиной 1 м при напряжении на нем 1 В?

Применение методов расчёта электрических цепей

Цель занятия: опытная проверка методов наложения и узловых потенциалов.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

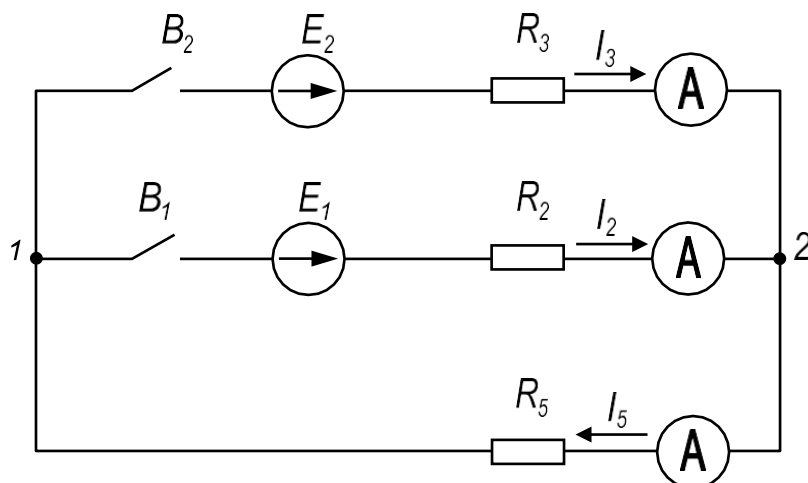
Оборудование: стандартный набор обучающихся.

Метод (принцип) наложения применяется для расчёта токов в сложной линейной электрической цепи, в которой действует небольшое количество источников ЭДС (2...3). Согласно этому методу ток в цепи равен алгебраической сумме токов, создаваемых в ней источниками ЭДС, действующими независимо друг от друга, при неизменных сопротивлениях всех участков цепи. Сущность метода сводится к следующему. Сначала предполагают, что в цепи действует только ЭДС первого источника, а остальные источники ЭДС исключают и заменяют внутренними сопротивлениями. Определяют токи для такой цепи. Затем производят расчёт, полагая, что в цепи действует только ЭДС второго источника, а все остальные источники ЭДС исключают и заменяют внутренними сопротивлениями. Аналогичные расчеты производят поочередно для всех источников ЭДС. Так как для каждого участка цепи получается несколько токов, создаваемых в этом участке каждой ЭДС в отдельности, то алгебраическая сумма этих токов (их называют частичными) дает истинное значение тока, проходящего по этому участку при одновременном действии всех ЭДС.

Порядок проведения

1. Метод наложения

1.1. Собрать следующую схему.



- 1.2. Перед включением замерить ЭДС источников и запишем данные в таблицу 1.
- 1.3. Включить однополюсные рубильники В₂ и В₁.
- 1.4. Записать показания трёх амперметров в таблицу 1. При измерении показаний учесть направление тока.
- 1.5. Измерить падения напряжения на сопротивлениях, данные записать в таблицу 1. Проводниковые материалы Металлические проводниковые материалы разделяются на материалы высокой проводимости и материалы высокого сопротивления. Материалы высокой проводимости используются для изготовления проводов, обмоток электрических машин и аппаратов, электроизмерительных приборов и т.д.
- 1.6. По данным опыта определить сопротивления R₂, R₃, R₅. Результаты записать в таблицу 1.
- 1.7. Создать в схеме рис.1 режим действия E₂, исключив E₁.
- 1.8. Записать данные амперметров с учётом направления токов в таблице 2. Измерить напряжения на резисторах и запишем в таблицу 2.
- 1.9. Аналогично пункту 3.5.1.7.создать режим действия только E₁. Показания приборов занести в таблицу 2.
- 1.10. Перенести данные рабочего режима таблицы 1 в таблицу 2.
- 1.11. Произвести наложение режимов действия E₁ и E₂ и сравнить результаты с величинами токов и напряжений в рабочем режиме.

Табл.1

Измерено								Вычислено		
E ₂ , В	E ₁ , В	I ₂ , А	I ₃ , А	I ₅ , А	U ₂ , В	U ₃ , В	U ₅ , В	R ₂ , Ом	R ₃ , Ом	R ₅ , Ом
10,1	5,5	0,04	0,05	0,11	1,6	6,2	3,4	40	124	31

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{1,6В}{0,04А} = 40 Ом$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{6,2В}{0,05А} = 124 Ом$$

$$R_5 = \frac{U_5}{I_5} = \frac{3,4В}{0,11А} \approx 31 Ом$$

Табл. 2

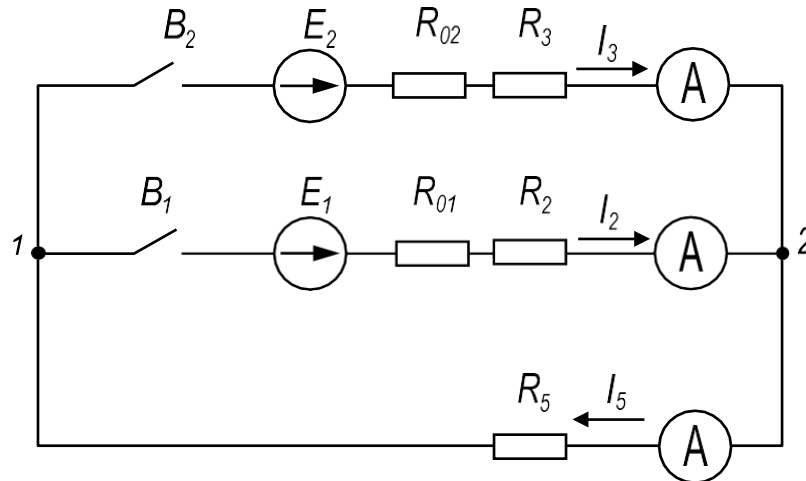
Режимы	I ₂ , А	I ₃ , А	I ₅ , А	U ₂ , В	U ₃ , В	U ₅ , В
Рабочий в исходной схеме	0,04	0,05	0,11	1,6	6,2	3,4
Действие E ₂	−0,04	0,06	0,06	1,8	7,9	1,6
Действие E ₁	0,07	−0,01	0,06	3,5	1,6	1,5
Наложение	0,05	0,05	0,12	1,7	6,3	3,1

Контрольные вопросы

1. Методика расчёта по методу наложения.
2. В каких случаях для расчёта сложной цепи целесообразно применять метод наложения?
3. Почему нельзя применять метод наложения для определения мощностей?
4. Почему метод наложения не используется при анализе нелинейных цепей?

2. Метод узловых потенциалов

2.1. Собрать следующую схему.



2.2. Измерить ЭДС источников при разомкнутых рубильниках и данные записать в таблицу

2.3. Колебательные системы СВЧ. Объёмные резонаторы. Эволюция электромагнитных колебательных систем.

2.4. Включить рубильники и записать показания приборов в таблицу 3. Вольтметром замерить напряжения на источниках и сопротивлениях, а также между узлами. Данные занести в таблицу 3.

Табл. 3

Измерено											Вычислено, Ом				
E ₁ , В	E ₂ , В	U ₁ , В	U ₂ , В	I ₂ , А	I ₃ , А	I ₅ , А	U ₂ , В	U ₃ , В	U ₅ , В	U ₁₂ , В	R ₀₁	R ₀₂	R ₂	R ₃	R ₅
5,5	10,1	5,4	10	0,04	0,05	0,11	1,6	6,2	3,4	-3,5	2,5	2	47,5	130	31,8

$$U_1 = E_1 - I_2 R_{01} \Rightarrow R_{01} = \frac{E_1 - U_1}{I_2} = \frac{5,5 - 5,4}{0,04} = 2,5 \text{ Ом}$$

$$U_2 = E_2 - I_3 R_{02} \Rightarrow R_{02} = \frac{E_2 - U_2}{I_3} = \frac{10,1 - 10}{0,05} = 2 \text{ Ом}$$

$$I_2 = \frac{U_{12} + E_1}{R_{01} + R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{U_{12} - E_1}{I_2} - R_{01} = \frac{-3,5 + 5,5}{0,04} - 2,5 = 47,5 \text{ Ом}$$

$$I_3 = \frac{U_{12} + E_2}{R_{02} + R_3} \Rightarrow R_3 = \frac{U_{12} - E_2}{I_3} - R_{02} = \frac{-3,5 + 10,1}{0,05} - 2 = 130 \text{ Ом}$$

$$I_5 = \frac{U_{21}}{R_5} \Rightarrow R_5 = \frac{U_{21}}{I_5} = \frac{3,5}{0,11} = 31,8 \text{ Ом}$$

Практическое занятие № 5

Изучение последовательного и параллельного соединения проводников.

Цель занятия: экспериментальная проверка законов последовательного и параллельного соединений проводников:

- 1) ознакомиться с приборами для проведения этой лабораторной работы
- 2) научиться соединять резисторы последовательно и параллельно
- 3) научиться измерять и рассчитывать сопротивление при последовательном и параллельном соединении резисторов

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Оборудование: источник тока, два резистора, амперметр, вольтметр, ключ замыкания, соединительные провода.

Порядок проведения.

4.5.1 часть: изучение последовательного соединения

1. Заполните пропуски в формулах последовательного соединения

$$U = U_1 + U_2 \quad R = R_1 + R_2$$

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

2. Соберите цепь для изучения последовательного соединения по схеме:



3. Используя данные виртуальной работы, подтвердите законы последовательного соединения
- $$U_1 + U_2 = U$$
- $$R = R_1 + R_2$$

4. Измерьте силу тока. Поочерёдно включая вольтметр к первому сопротивлению, ко второму сопротивлению и ко всему участку, измерьте напряжение. Результаты измерений занесите в таблицу

I, A	U ₁ В	U ₂ В	U В	R ₁ Ом	R ₂ Ом	R Ом

5. Вычислите сопротивления и занесите результаты в таблицу

$$R_1 = \frac{U_2}{I} = \dots \text{Ом} \quad R = \frac{U}{I} = \dots \text{Ом}$$

6. Проверьте формулы (см. пункт 1) последовательного соединения по данным таблицы

7. Посмотрите на резисторы и запишите: $R_1 = \dots \text{Ом}$ $R_2 = \dots \text{Ом}$

8. Вычислите рассчитанное сопротивление при последовательном соединении $R = R_1 + R_2 = \dots \text{Ом}$

9. Сравните измеренное и рассчитанное сопротивления при последовательном соединении

4.5.2 часть: Изучение параллельного соединения

1. Заполните пропуски в формулах параллельного соединения

$$\frac{I_2}{I} = \frac{R_1}{R} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$I = I_1 + I_2$$

2. Соберите цепь для изучения параллельного соединения



3. Используя данные, подтвердите законы параллельного соединения

$$I = I_1 + I_2$$

4. Замкните цепь и измерьте силу тока и напряжение на участке при параллельном соединении

Запишите: $I = \dots \text{А}$ $U = \dots \text{В}$

5. Пользуясь измеренными данными вычислите сопротивление участка при параллельном соединении

(измеренное сопротивление)

6. Посмотрите на резисторы и запишите $R_1 = \dots \text{Ом}$ $R_2 = \dots \text{Ом}$

7. Вычислите по формуле (см пункт1) сопротивление при параллельном соединении

$$\frac{1}{R} \text{ Ом} \quad (\text{рассчитанное сопротивление})$$

8. Сравните рассчитанное и измеренное сопротивления при параллельном соединении/

Контрольный вопрос

Как соединяются потребители электроэнергии в квартирах? Почему?

Практическое занятие № 6

Расчёт простой неразветвлённой цепи

Цель занятия: закрепление теоретических знаний.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Оборудование: Чертёжные принадлежности, учебная литература, методическая литература, калькуляторы.

Порядок проведения.

Дано: $E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = E_0$; $r_{01} = r_{02} = r_{03} = r_{04} = r_0$; R_1, R_2, R_3 .

Найти: $I_1, I_2, I_3, U_1, U_2, U_3, P_1, P_2, P_3$.

Произвести расчёт простой неразветвлённой сети в последовательности по формулам:

1. Эквивалентное сопротивление нагрузки ЭЦ

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

2. Эквивалентная ЭДС источника питания

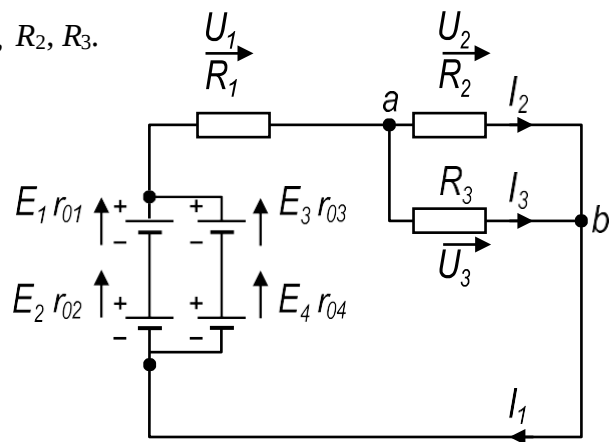
$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 = 2E_0$$

3. Эквивалентное внутреннее сопротивление источника питания

$$r_{0\Sigma} = \frac{1}{\frac{1}{r_0} + \frac{1}{2r_0}}$$

4. Полный ток, потребляемой ЭЦ

$$I_1 = \frac{E}{R + r_{0\Sigma}}$$



5. Падение напряжения на участке $a — b$

$$U_{ab} = U_2 + U_3 + I_1 \cdot \left(\frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \right)$$

6. Ток через резистор R_2

$$I_2 = \frac{U_{ab}}{R_2}$$

7. Ток через резистор R_3

$$I_3 = \frac{U_{ab}}{R_3}$$

8. Падение напряжения на резисторе R_1 :

$$U_1 = I_1 R_1$$

9. Мощности, рассеиваемые на резисторах R_1, R_2, R_3 :

$$P_1 = I_1^2 R_1 ; P_2 = I_2^2 R_2 ; P_3 = I_3^2 R_3$$

10. Мощность, отдаваемая источниками:

$$P_{\text{ист}} = I_1 (E_1 + E_2) = 2E_0 I_1$$

11. Мощность, расходуемая на внутреннем сопротивлении:

$$P_{r0Э} = I_1^2 r_{0Э}$$

Проверяем правильность расчётов, используя баланс мощностей:

$$P_{\text{ист}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_{r0Э}$$

Исходные данные для расчёта

№ варианта	E_0 , В	r_0 , Ом	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом
1	2	1	20	20	30
2	3	2	10	10	20
3	2	1	30	30	40
4	3	2	15	15	25
5	2	1	25	25	40

Практическое занятие № 7

Измерительные системы электромеханических приборов.

Цель занятия: Расшифровка электроизмерительных приборов различных систем.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Оборудование: точный автомобильный тестер с цифровой индикацией ".

1. Порядок проведения.

1.1. Выбрать номер задания, который соответствует вашему номеру по журналу. Первая цифра соответствует номеру рисунка, вторая – номеру задания (таблица 1).

1.2. Выполнить задания:

- расшифровать прибор, изображённый на рисунке;
- указать вид шкалы;
- указать численное значение наибольшей основной приведённой погрешности;
- описать устройство и принцип действия прибора, изображённого на карточке (см. приложение);
- указать достоинства и недостатки прибора данной системы (см. приложение).

Таблица 1 – Данные для выполнения заданий.

№ рисунка	№ задания	Вид прибора
2	1	$\approx \text{Z} 0,5 \star \perp$
1	2	$\approx \text{H} 0,2 \star$
2	3	$\sim \text{H} 0,1 \star \perp$
1	4	$\sim \text{H} 0,05 \star \angle 60^\circ$
2	5	$\sim \text{H} 1,5 \star \angle 30^\circ$
1	6	$\sim \text{H} 1,0 \star \angle 30^\circ$
2	7	$\approx \text{Z} 2,5 \star _$
1	8	$\sim \text{H} 1,5 \star \angle 60^\circ$
2	9	$\sim \text{H} 0,05 \star \perp$

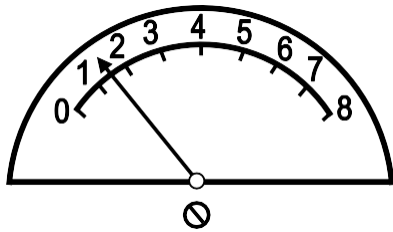


Рисунок 1

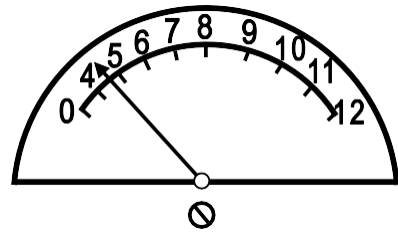


Рисунок 2

1.3. В соответствии с таблицей 1 и вариантом, указанным преподавателем, выполнить расшифровку условных обозначений, наносимых на шкалы приборов.

Таблица 1 – Расшифровка условных обозначений измерительных приборов.

№ варианта	Условное обозначение	Вид прибора
1	V M 362 $\approx \cap \star \perp 1,5$	
2	AЭ 378 $\sim \text{zigzag} \star \sqcap 0,5$	
3	kW Д341/2 $\sim \oplus \star \perp 0,1 \oplus \star$	
4	V Э377 $\sim \text{zigzag} \star \sqcap 0,2$	
5	A Э378 50 Hz $\sim \text{zigzag} \star \perp 4,0$	
6	mV Э378 $\sim \text{zigzag} \star \sqcap 0,02$	
7	mA M362 $_ \cap 1,5 \star \angle 30^\circ$	
8	A Э377 $\sim \text{zigzag} \star \sqcap 1,0$	
9	V M362 $\sim \oplus 1,5 \star \angle 60^\circ$	
10	mA M367 $_ \cap \star \perp 0,5$	
11	V Э368 $\sim \text{zigzag} \star \sqcap 0,1$	
12	A Э330 50 Hz $_ \text{zigzag} \star \perp 1,5$	
13	V M362 $_ \cap \star \perp 0,2$	
14	A M362 $\sim \text{zigzag} \star \sqcap 4,0$	
15	mV M367 $_ \cap \star \perp 1,5$	

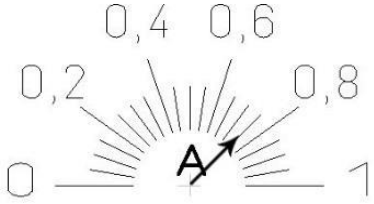
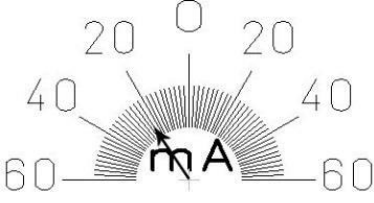
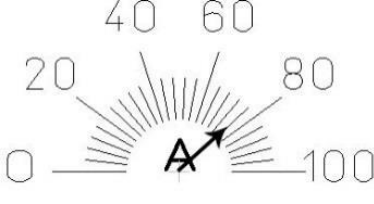
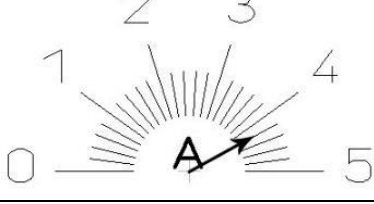
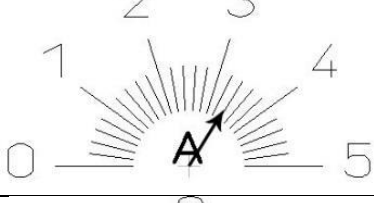
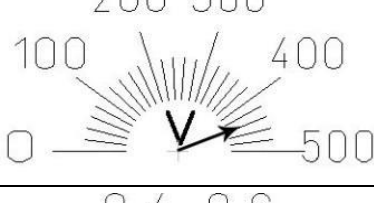
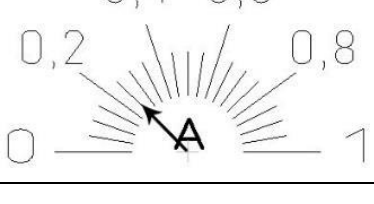
1.4 В соответствии с таблицей 3 и вариантом, указанным преподавателем, заполнить таблицу.

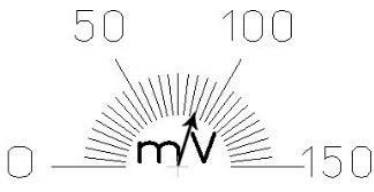
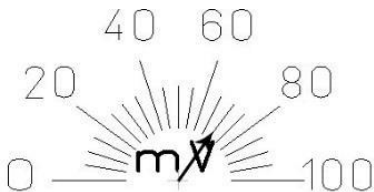
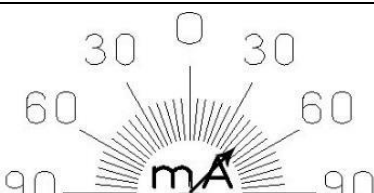
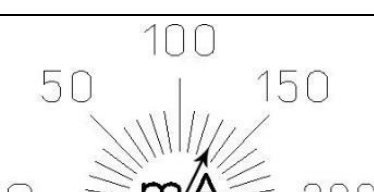
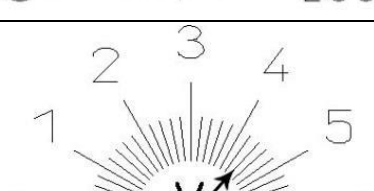
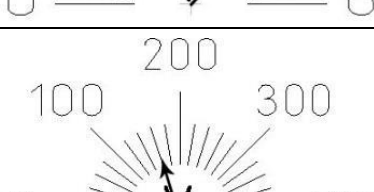
1.5 Рассчитать цену деления используя формулу:

$$C = \frac{A_n - A_{n-1}}{N},$$

где $A_n - A_{n-1}$ – разность двух ближайших оцифрованных значений измеряемой величины;
 N – число делений между оцифрованными значениями.

Таблица 3 – Расшифровка показаний электромеханического прибора.

№ варианта	Показания электромеханического прибора	Диапазон измерений	Количество делений шкалы	Цена делений шкалы	Показание прибора
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

№ варианта	Показания электро-механического прибора	Диапазон измерений	Количество делений шкалы	Цена делений шкалы	Показание прибора
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

1.6 Изучить измерительные приборы на лабораторном стенде.

1.7 Зарисовать шкалу измерительного прибора указанного преподавателем.

1.8 Расшифровать условные обозначения, нанесённые на лицевую панель прибора. Данные занести в таблицу 4.

Таблица 4 – Расшифровка измерительные приборы на лабораторном стенде.

Условное обозначение	Расшифровка

1.9 Ответить на контрольные вопросы письменно.

1.10 Сделать вывод по работе.

2 Содержание отчета

2.1 Название.

2.2 Цель работы.

2.3 Оснащение рабочего места.

2.4 Номер варианта.

2.5 Заполнить таблицу 1.

2.6 Заполнить таблицу 2.

2.7 Заполнить таблицу 3.

2.8 Формулы с расчётами для определения цены деления значения исходного прибора в зависимости от варианта используя формулу.

2.9 Заполнить таблицу 4.

2.10 Ответы на контрольные вопросы.

2.11 Сделать вывод.

3 Контрольные вопросы и задания.

3.1 Укажите, какие элементы содержат электромеханические измерительные приборы?

3.2 Поясните, почему приборы магнитоэлектрической системы обладают высокой чувствительностью и точностью?

3.3 Объясните принцип действия прибора электромагнитной измерительной системы. Область применения этих приборов?

3.4 Опишите устройство электромеханического прибора магнитоэлектрической системы.

3.5 Объясните влияние шунта и добавочного резистора на пределы измерения токов и напряжений электромеханическими приборами.

Основные источники:

1. Немцов, М.В. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /М.В. Немцов, М.М. Немцова. — 9-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2017. 480 с.

2. Прошин В.М. Электротехника: учебник для учреждений нач. проф. образования / В.М. Прошин. — 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2012. 288 с.

Интернет – ресурсы:

1. Прошин В.М., Электротехника: Учебник для профессионального образования, 2013.

2. Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования, 2013.

3. Учебник по электронике [Электронный ресурс] –:URL:

<http://www.sxemotehnika.ru/uchebnik-po-elektronike.html>

4. Электроника для начинающих. Введение в электронику [Электронный ресурс] –:URL:

<http://myblaze.ru/elektronika-dlya-nachinayushhih-vvedenie-v-elektroniku/>

5. Электронные учебники Морозова Н.Ю. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] –:URL: <http://ktf/krk.ru/courses/foet/>

- СЛОЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ;

- чувствительность к перегрузкам;
- пригодность работы только на постоянном токе.

Электродинамическая система

Работа механизмов основана на взаимодействии магнитных полей двух катушек с токами – неподвижной 1 и подвижной 2 (рисунок 2).

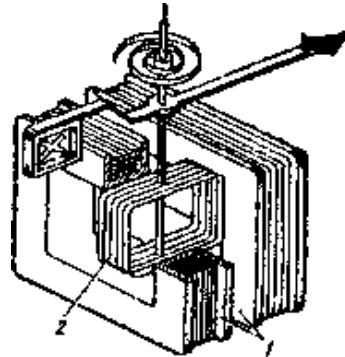


Рисунок 2 – Электродинамический измерительный механизм

Подвижная катушка, укрепленная на оси или растяжках, может поворачиваться внутри неподвижной. При протекании в обмотках катушек токов I_1 и I_2 возникают электромагнитные силы, стремящиеся так повернуть подвижную часть, чтобы магнитные потоки подвижной и неподвижной катушек совпали.

Успокоение – воздушное или магнитоиндукционное.

Достоинства электродинамических механизмов:

- одинаковые показания на постоянном и переменном токе;
- стабильность показаний во времени.

Недостатки:

- невысокая чувствительность;
- большое собственное потребление мощности;
- чувствительность к перегрузкам;
- влияние внешних магнитных полей;
- влияние температуры окружающей среды.

Ферродинамическая система

Механизмы ферродинамической системы отличаются от электродинамических механизмов тем, что неподвижная катушка имеет магнитопровод из магнитомягкого листового материала,

Существует две конструкции ферродинамических механизмов – одно- и двухкатушечные.

Успокоение - жидкостное и магнитоиндукционное.

Достоинства ферродинамических механизмов:

- малая восприимчивость к внешним магнитным полям;
- малое собственное потребление мощности;
- большой вращающий момент.

Недостатки:

- низкий частотный диапазон;
- низкая точность.

Электромагнитная система

Работа механизмов основана на взаимодействии магнитного поля, созданного неподвижной катушкой, по обмотке которой протекает измеряемый ток с ферромагнитным сердечником, эксцентрично укрепленным на оси (рисунок 3).

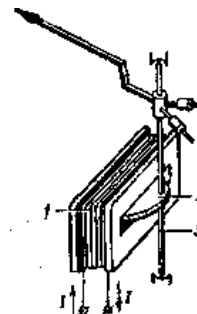


Рисунок 3 – Электромагнитный механизм с плоской катушкой

1 – плоская катушка;
2 – сердечник;
3 – опоры или растяжки

Вращающий момент пропорционален квадрату тока, так как магнитные поля катушки и сердечника создаются одним и тем же измеряемым током, протекающим по катушке:

$$M_{\text{вр}} = k_1 \cdot I^2; \quad M_{\text{пр}} = k_2 \cdot \alpha;$$
$$k_1 \cdot I^2 = k_2 \cdot \alpha;$$
$$\alpha = \frac{k_1}{k_2} \cdot I^2 = k \cdot I^2 = \frac{k}{R_n^2} \cdot U^2$$

Последнее выражение показывает, что угол отклонения стрелки пропорционален квадрату тока или напряжения. Шкала прибора квадратичная, сжатая в начале, т.е. неравномерная.

Достоинства электромагнитных механизмов:

- пригодность для работы на постоянном и переменном токе;
- устойчивость к токовым перегрузкам;
- простота конструкции.

Недостатки:

- влияние внешних магнитных полей;
- неравномерность шкалы;
- большое собственное потребление мощности.

Электростатическая система

Перемещение подвижной части происходит под действием энергии электрического поля системы двух или нескольких электрически заряженных проводников (рисунок 4) и связано с изменением емкости системы.

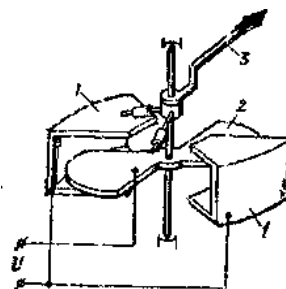


Рисунок 4 – Электростатический измерительный механизм

Достоинства электростатических механизмов:

- не влияют частота и форма кривой приложенного напряжения;
- не влияют температура и внешние магнитные поля.

Недостатки:

- оказывают влияние внешние электрические поля;
- малая чувствительность.

1 – электроды;
2 – секторообразная пластина;
3 – указатель

Выпрямительная система

Для того чтобы магнитоэлектрические механизмы можно было использовать для

измерения на переменном токе, нужно преобразовать переменный ток в постоянный.

В качестве преобразователей переменного тока в постоянный широкое распространение получили полупроводниковые выпрямители. Выпрямительный прибор представляет собой сочетание магнитоэлектрического измерительного механизма с выпрямителем на полупроводниковых диодах.

Схема измерительного механизма с однополупериодным выпрямителем представлена на рисунке 5.

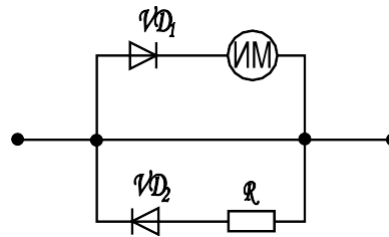
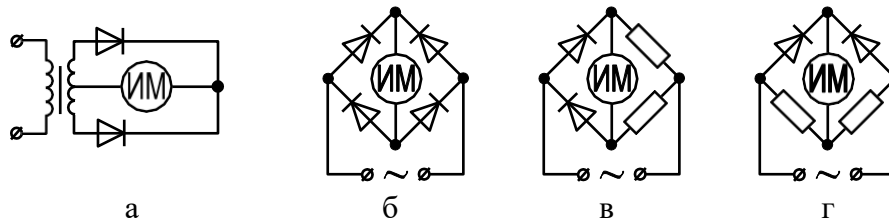


Рисунок 5 – Схема измерительного механизма

Схема измерительного механизма с двухполупериодным выпрямителем представлена на рисунке 6.



а) трансформаторная; б) мостовая; в, г) схемы мостовые с заменой диодов резисторами

Рисунок 6 – Схемы измерительных механизмов

Достоинства приборов:

- высокая чувствительность;
- малое собственное потребление мощности;
- широкий частотный диапазон.

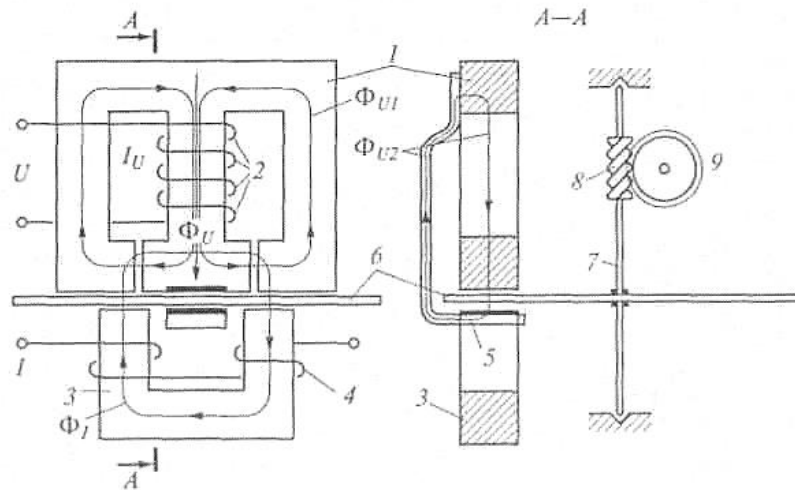
Недостатки:

- невысокая точность;
- зависимость показаний от формы кривой измеряемой величины.

Индукционная система

Конструкция и принцип действия. Принцип действия индукционных приборов основан на взаимодействии двух или нескольких переменных магнитных потоков с токами, индуцированными в подвижном проводнике (например, диске). Типичным представителем этой системы является классический *индукционный счетчик* – измеритель активной энергии.

Рассмотрим устройство и принцип действия индукционного однофазного счетчика активной энергии. На рисунке 7 показана упрощенная конструкция такого прибора. Основными элементами являются два магнитопровода со своими обмотками (напряжения и токовой), вращающийся диск и счетный механизм. Как и ваттметр, счетчик содержит обмотки тока и напряжения. Включается счетчик в цепь так же, как и ваттметр.



1 – магнитопровод обмотки напряжения; 2 – обмотка напряжения; 3 – магнитопровод обмотки тока; 4 – обмотка тока; 5 – противопололюс; 6 – диск; 7 – ось; 8 – червячная передача; 9 – счетный механизм

Рисунок 7 – Схема поясняющая принцип действия счетчика

Номинальная постоянная счетчика. Число оборотов диска, приходящееся на единицу учитываемой счетчиком энергии, называют передаточным числом счетчика. Например, в паспорте сказано «2000 оборотов соответствуют 1 кВт · ч». Коэффициент, обратный передаточному числу, т.е. энергия, приходящаяся на один оборот диска, называется *номинальной постоянной счетчика* $C_{ном}$. Например:

$$C_{ном} = 3600 \frac{1000}{2000} = 1800 \frac{Вт \cdot с}{об.}$$

Зная $C_{ном}$ и число оборотов N , можно определить потреблению активную энергию:

$$W = C_{ном} N$$

Классы точности индукционных счётчиков (задаются относительной погрешностью) обычно невысоки: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0.

Практическое занятие № 8

Измерения электрического тока и напряжения

Цель занятия: закрепление теоретических знаний.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Оборудование: точный автомобильный тестер с цифровой индикацией.

Порядок проведения.

1. Расположить прибор согласно маркировки  ("Направление ориентировки прибора в магнитном поле Земли"), если таковая имеется

2. Установить шкалу прибора в соответствии с приведённой в таблице маркировкой.

Горизонтальное положение шкалы	
Вертикальное положение шкалы	
Наклонное положение шкалы под определённым углом к горизонту, например, 60°	

3. Настроить прибор на измерение напряжения постоянного тока, установив предел напряжения.

4. Определить цену деления и снять показания прибора, используя следующие формулы:

$$C_u = U_n / n_{\max}; \quad U = C_u n,$$

где C_u – цена деления вольтметра,

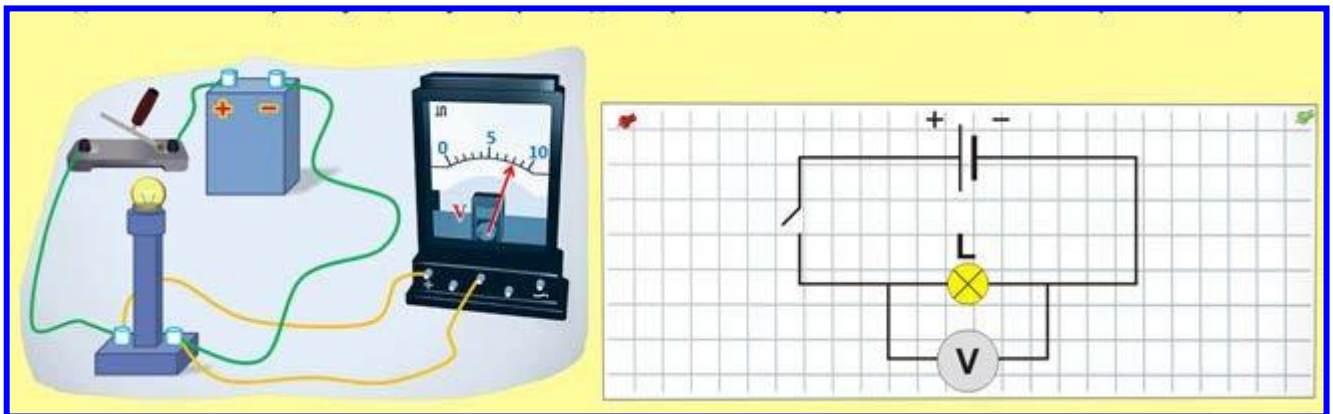
U_n – пределы по напряжению,

$n_{\max}$ – максимальное число делений по шкале прибора,

n – число делений, на которое отклоняются стрелки прибора,

U – значения напряжения.

5. Подключаем измерительный прибор в электрическую цепь параллельно нагрузке или источнику электрической энергии в соответствии с приведённой схемой.



6. Записать показания прибора в таблицу.

№ опыта	U, В		
	C_u	n	$C_u n$
1			
2			
3			

7. Для измерения напряжения на выводах аккумуляторной батареи автомобиля помеченный знаком «-» провод вольтметра подключают к минусовому выводу аккумулятора, а провод со знаком «+» — к плюсовому.

Если прибор показывает лишь 10.4В, в одном из элементов аккумулятора произошло короткое замыкание. Также бывает интересно замерить напряжение аккумулятора во время работы стартера. Если оно равняется всего лишь 6 В, состояние аккумулятора явно оставляет желать лучшего.

8. Для измерения напряжения «относительно массы»: «плюсовой» провод вольтметра подсоединяется к находящейся под напряжением клемме, «минусовой» — к какой-либо неокрашенной детали кузова или двигателя. И тот, и другой соединены толстыми кабелями с минусовым выводом аккумулятора, благодаря чему измерение будет точным.

9. Напряжение измеряется между двумя определенными контактами (например, модуля управления). О том, как следует в каждом подобном случае подсоединять к ним измерительный прибор и каково должно быть измеряемое напряжение, говорится в рекомендациях по проверке электронных устройств.

10. Проверка с помощью вольтметра, в порядке ли кабель массы: «плюсовой» провод измерительного прибора подсоединяется к плюсовому выводу аккумулятора, «минусовой» — к концу кабеля массы. Если контакт с массой исправен, вольтметр должен показывать полное напряжение аккумулятора.

11. Настроить прибор на измерение постоянного тока, установив предел тока.

12. Определить цену деления и снять показания прибора, используя следующие формулы:

$$C_i = I_n / n_{\max}; I = C_i n,$$

где C_i — цена деления амперметра,

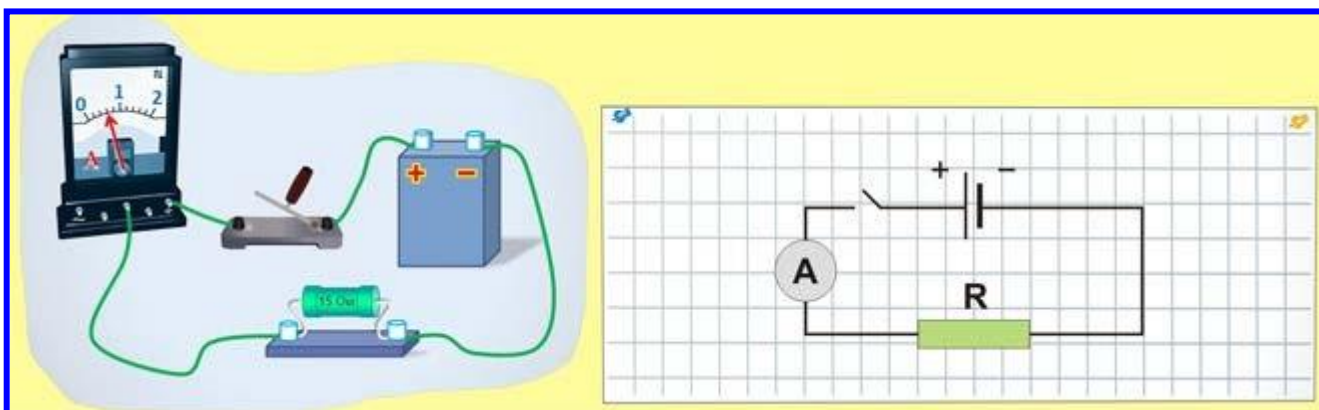
I_n — пределы по току,

$n_{\max}$ — максимальное число делений по шкале прибора,

n — число делений, на которое отклоняются стрелки прибора,

I — значения тока.

13. Подключаем измерительный прибор в электрическую цепь последовательно с тем участком цепи, силу тока в котором измеряют в соответствии с приведённой схемой.



14. Для измерения силы тока электрическую цепь необходимо разорвать и подключить измерительный прибор между освободившимися полюсами.

На практике это выглядит так: нужно разъединить разъем в проводе питания потребителя тока и подключить измерительный прибор между штырем и гнездом.

15. Записать показания прибора в таблицу.

№ опыта	I, A		
	C _i	n	C _i n
1			
2			
3			

Силу тока замеряют, например, в тех случаях, если возникло подозрение, что в бортовой сети имеется скрытый «потребитель тока», который за ночь «сажает» аккумулятор. Чтобы локализовать место утечки тока, вынимайте один предохранитель за другим и подключайте вместо них к контактам блока предохранителей амперметр; таким образом можно установить, в какой электрической цепи происходит утечка.

Ни в коем случае не пытайтесь установить таким образом силу тока, потребляемого стартером! Для нашего маленького амперметра она чересчур велика.

Основные источники:

1. Немцов, М.В. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /М.В. Немцов, М.М. Немцова. — 9-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2017. 480 с.

2. Прошин В.М. Электротехника: учебник для учреждений нач. проф. образования / В.М. Прошин. — 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2012. 288 с.

Практическое занятие № 9

Измерение сопротивлений

Цель занятия: Приобрести практические навыки по определению сопротивлений различными методами.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Оборудование: точный автомобильный тестер с цифровой индикацией.

Порядок проведения.

Пример решения этой задачи.

По показаниям приборов определить значения сопротивлений, рассчитать абсолютные и относительные погрешности и сделать вывод о точности измерения сопротивлений различными методами.

Решение. Проводим её поэтапное решение.

1. Определяем величины сопротивлений, измеренные методом амперметра и вольтметра:

$R_X = U/I$ и записываем их значения в таблицу.

2. Определяем абсолютные погрешности: $\Delta R = R_X - R$ и записываем их значения в таблицу.

3. Определяем относительные погрешности: $\delta = (\Delta R / R)100\%$ и записываем их значения в таблицу.

4. Сравнивая величины относительных погрешностей разных методов измерения сопротивлений, приходим к выводу, что самым точным методом является метод омметра.

Измеряемое сопротивление	Измерено							Вычислено					
	1.Метод амперметра и вольтметра			2.Метод амперметра и вольтметра			3.Метод омметра	Абсолютная погрешность			Относительная погрешность		
	U, В	I, А	R _X , Ом	U, В	I, А	R _X , Ом	R _X , Ом	ΔR Ом	ΔR Ом	ΔR Ом	Δ %	Δ %	Δ %
1.100 Ом	30	0,31	96,8	31	0,3	103,3	99	-3,2	3,3	-1	-3,2	3,3	-1
2.200 Ом	30	0.16	187,5	31	0,15	206,7	199	-12,5	6,7	-1	-6.25	3,3	-0,5
3.300 Ом	30	0,11	272,7	31	0,1	310	299	-27,3	10	-1	-9,1	3,3	-0,3
4.400 Ом	30	0,08	375	31	0.08	387,5	398	-25	-12,5	-2	-6.25	-3,1	-0,5
5.500 Ом	30	0,06	500	31	0,06	516,6	498	0	16,6	-2	0	3,3	-0,4

1. Произвести расчёт сопротивлений, измеренных методом амперметра и вольтметра.
2. Произвести расчёт абсолютных погрешностей.
3. Произвести расчёт относительных погрешностей.
4. Сделать вывод о том, какой из методов измерения сопротивлений является самым точным.

По показаниям приборов определить абсолютные и относительные погрешности и сделать вывод о точности измерения сопротивлений различными методами.

Измеряемое сопротивление	Измерено							Вычислено					
	1.Метод амперметра и вольтметра			2.Метод амперметра и вольтметра			3.Метод омметра	Абсолютная погрешность			Относительная погрешность		
	U, В	I, А	R _X , Ом	U, В	I, А	R _X , Ом	R _X , Ом	ΔR Ом	ΔR Ом	ΔR Ом	Δ %	Δ %	Δ %
1.10 Ом	30	3,0		31	3,0		9,9						
2.20 Ом	30	1,6		31	1,5		19,9						
3.30 Ом	30	1,1		31	1,0		30						
4.40 Ом	30	0,76		31	0,78		39,8						
5.50 Ом	30	0,65		31	0,6		49,8						

Другие измерения сопротивлений омметром

Для этого провода измерительного прибора (полярность безразлична) нужно подсоединить к выводам проверяемой детали.

- Если замеряется сопротивление «относительно массы», один из проводов нужно подсоединить к проверяемой детали, а другой — к блоку цилиндров двигателя или кузову.
- Кроме того, работающим в режиме омметра тестером можно «прозвонить» провод или выключатель. Если ток проходит, омметр показывает 0; если цепь разорвана — «бесконечность».

Практическое занятие № 10

Выбор электродвигателя

Цель занятия: научиться правильно подбирать электродвигатель по электрическим параметрам.

Формируемые ОК и ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2. Определять техническое состояние электрических и электронных систем автомобилей.

ПК 2.2. Осуществлять техническое обслуживание электрических и электронных систем автомобилей

ПК 3.2. Производить текущий ремонт узлов и элементов электрических и электронных систем автомобилей.

Оборудование: карточки-задания.

Порядок проведения.

Двигатель вращает барабан через редуктор.

По таблице 1 примем:

КПД пары зубчатых колёс $\eta_1 = \underline{\hspace{2cm}}$.

Таблица 1. Значения КПД передач отдельных типов.

Передача	КПД
Значения КПД механических передач	
Зубчатая в закрытом корпусе (редуктор):	
цилиндрическими колёсами	0,97 — 0,98
коническими колёсами	0,96 — 0,97
Зубчатая открытая	0,95 — 0,96

Коэффициент, учитывающий потери пары подшипников качения $\eta_2 = 0,99$.

Коэффициент, учитывающий потери в опорах вала приводного барабана, $\eta_3 = 0,99$.

Общий КПД привода:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Мощность на валу барабана (см. табл. 4. Варианты заданий):

$$P_{\delta} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кВт}$$

Частота вращения барабана:

$$n_{\delta} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ об/мин}$$

Требуемая мощность электродвигателя, кВт:

$$P_{\text{двиг}} = \frac{P_{\delta}}{\eta}$$

По таблице 2 по требуемой мощности $P_{тр}$ с учётом возможностей привода, состоящего из конического прямозубого редуктора выбираем электродвигатель трёхфазный короткозамкнутый серии _____, закрытый, обдуваемый, с синхронной частотой вращения _____об/мин _____ с параметрами $P_{дв}$ =_____кВт и скольжением _____

s =____%(ГОСТ 19523-81).

Номинальная частота вращения вала двигателя:

$n_{дв} = n_c (1 - s) =$ _____об/мин (значение s необходимо разделить на 100%).

Электродвигатели асинхронные серии 4А, закрытые обдуваемые

Табл. 2.

Мощность, кВт	Синхронная частота вращения n_c , об/мин											
	3000			1500			1000			750		
	Типоразмер	s, %	$\frac{T_{II}}{T_H}$	Типоразмер	s, %	$\frac{T_{II}}{T_H}$	Типоразмер	s, %	$\frac{T_{II}}{T_H}$	Типоразмер	s, %	$\frac{T_{II}}{T_H}$
0,55	63B2	8,5	2,0	71A4	7,3	2,0	71B6	10	2,0	80B3	9	1,6
0,75	71A2	5,9		71B4	7,5		80A6	8,4		90LA8	8,4	
1,1	71B2	6,3		80A4	5,4		80B6	8,0		90LB8	7,0	
1,5	80A2	4,2		80B4	5,8		90L6	6,4		100L8	7,0	
2,2	80B2	4,3		90L4	5,1		100L6	5,1		112MA8	6,0	1,8
3,0	90L2	4,3		100S4	4,4		112MA6	4,7		112M8	5,8	
4,0	100S2	3,3		100L4	4,7		112MB6	5,1		132S8	4,1	
5,5	100L2	3,4		112M4	3,7		132S2	3,3		132M8	4,1	
7,5	112M2	2,5		132S4	3,0		132M6	3,2		160S8	2,5	1,4
11,0	132M2	2,3		132M4	2,8		160S6	2,7		160M8	2,5	
15	160S2	2,1	1,6	160S4	2,3	1,4	160M6	2,6	1,2	180M8	2,5	1,2
18,5	160M2	2,1		160M4	2,2		180M6	2,7		200M8	2,3	
22	180S2	2,0		180S4	2,0		200M6	2,8		200L8	2,7	
30	180M2	1,9		180M4	1,9		200L6	2,1		225M8	1,8	
37	200M2	1,9	1,4	200M4	1,7	1,2	225M6	1,8		250S8	1,5	1,0
45	200L2	1,8		200LA	1,6		250S6	1,4		250M8	1,4	
55	225M2	1,8		225M4	1,4		250M6	1,3		280S8	2,2	
75	250S2	1,4		250S4	1,2		280S6	2,0		280M8	2,2	
90	250M2	1,4	1,2	250M4	1,3	1,2	280M6	2,0		315S8	2,0	
110	280S2	2,0		280S4	2,3		315S6	2,0		315M8	2,0	

Номинальный ток двигателя:

$$I_H = \frac{P_{двиг}}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \phi}, \text{ где}$$

I_H – номинальный ток двигателя, А;

$P_{двиг}$ – мощность двигателя, кВт;

U_H – номинальное напряжение, 380 В;

$\cos \phi$ – коэффициент активной мощности, 0,8;

η – коэффициент полезного действия.

Для электродвигателей мощностью до 55 кВт, требующих защиты от перегрузки, наиболее употребительными аппаратами являются магнитные пускатели в комбинации с плавкими предохранителями или воздушными автоматами.

Выбираем автоматический выключатель с электромагнитным приводом
 Рассчитать и заполнить таблицу 3.

Таблица 3. Технические данные автоматического воздушного выключателя

Паспортные данные	Расчётные данные	Сравнение
$U_{уст.ном} = 380 \text{ В}$	$U_H =$	$U_{уст.ном} \geq U_H$
$I_{ап.ном} = 160...630 \text{ А}$	$I_H =$	$I_{ап.ном} > I_{н. макс}$

$U_{уст.ном}$ – номинальное напряжение электроустановки;

Расчёт и выбор кабелей и проводов

Выбираем кабель по экономической плотности тока.

Условия выбора сечения проводников:

$$F_{ЭК} = \frac{I_H}{I_{ЭК}}, \text{ где}$$

$F_{ЭК}$ – сечение проводника, мм²;

I_H – расчётный максимальный ток нормального режима, А;

$I_{ЭК}$ – экономическая плотность тока, 1,7 А/мм².

Проверяем кабель по потерям напряжения:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos \phi + x_0 \cdot \sin \phi)}{U_H} \cdot 100\%$$

ΔU – переводной коэффициент;

I_p – ток ротора, А;

l – длина линий, км;

r_0 – удельное активное сопротивление кабеля на 1 км длины, 0,89 Ом/км;

$\cos \phi$ – коэффициент активной мощности, 0,8;

x_0 – удельное реактивное сопротивление кабеля на 1 км длины, 0,088 Ом/км;

$\sin \phi$ – коэффициент реактивной мощности;

U_H – номинальное напряжение, 380 В.

$$\sin \phi = \sqrt{1 - \cos^2}$$

$$\sin \phi = \sqrt{1 - 0,8^2} =$$

Если $\Delta U (\%) < 5\%$, то кабель проходит по потерям напряжения.

Остальные аппараты выбирают так, чтобы выполнялись условия:

$$U_{уст. ном} \leq U_{ап. ном},$$

$$I_{н. макс} \leq I_{ап. ном},$$

Варианты исходных данных для расчёта

Таблица 4. Варианты заданий

№ варианта	Передача	Р, кВт	п, об./мин.	Длина линии l , км
1	Зубчатая в закрытом корпусе коническими колёсами	1,7	120	40
2	Зубчатая в закрытом корпусе цилиндрическими колёсами	3,0	85	30
3	Зубчатая открытая	3,2	118	50
4	Зубчатая в закрытом корпусе цилиндрическими колёсами	3,3	80	25
5	Зубчатая в закрытом корпусе коническими колёсами	3,5	90	35

Список литературы

1. Немцов, М.В. Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /М.В. Немцов, М.М. Немцова. — 9-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2017. 480 с.
- Прошин В.М. Электротехника: учебник для учреждений нач. проф. образования / В.М. Прошин. — 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия» 2020 г