

**Методические указания**  
**для обучающихся по выполнению лабораторных работ**  
**по учебной дисциплине**  
**ОП.06 «Основы электротехники»**  
**профессии**  
**15.01.32 Оператор станков с программным управлением**

Рассмотрено на заседании  
 Предметной цикловой комиссии  
 «Рабочие профессии»  
 Протокол № 7 от 22 марта 2023 г.  
 Председатель ПЦК  
*Н.Ф. Никулина*

**Автор:**  
 преподаватель первой квалификационной  
 категории ГБПОУ «ГПК им. Н.Г. Славянова»  
 Мазунина Зульфия Хасимовна

Содержание

1	Пояснительная записка	4
2	Лабораторные занятия (инструкции)	5
	1. Методические указания и правила проведения лабораторных работ	5
	2. Правила сборки электрических схем	6
	3. Правила техники безопасности в лаборатории электротехники	6
3	Содержание лабораторных занятий	
	Лабораторная работа № 1 «Определение магнитных величин катушки индуктивности»	7
	Лабораторная работа № 2 «Параллельное соединение резисторов»	9
	Лабораторная работа № 3 «Определение магнитных величин катушки индуктивности»	12
	Лабораторная работа № 4 «Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью»	15
	Лабораторная работа № 5 «Исследование трехфазной электрической цепи. Соединение в звезду»	18
	Лабораторная работа № 6 «Исследование пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»	22
4	Список источников и литературы	26

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению лабораторных занятий обучающимися по дисциплине ОП.06 Основы электротехники предназначены для обучающихся по профессии *15.01.32 Оператор станков с программным управлением*.

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных работ по дисциплине ОП.06 Основы электротехники.

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся закрепить теоретические знания, сформировать необходимые умения и навыки деятельности по профессии, направлены на формирование следующих компетенций:

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

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

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

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Осуществлять подготовку и обслуживание рабочего места для работы на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных).

ПК 3.1. Осуществлять подготовку и обслуживание рабочего места для работы на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) с программным управлением.

В результате выполнения лабораторных занятий по дисциплине ОП.06 Основы электротехники обучающиеся должны:

**уметь:**

- Рассчитывать параметры различных электрических цепей.
- Измерять параметры электрической цепи.
- Собирать электрические схемы и проверять их работу

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

**знать:**

- Основные законы электротехники.
- Методы расчета и измерения основных параметров электрических цепей.
- Основные сведения об электроизмерительных приборах, электрических машинах, аппаратуре управления и защиты.

Описание каждого лабораторного занятия содержит: раздел, тему, количество часов, цели работы, материальное обеспечение, что должен знать и уметь обучающийся, теоретическую часть, порядок выполнения работы, контрольные вопросы, учебно-методическое и информационное обеспечение.

На выполнение лабораторных занятий по дисциплине ОП.06 Основы электротехники отводится *12 часов*.

## 1. Методические указания и правила проведения лабораторных работ

Выполнения лабораторных работ является важной частью учебного процесса, преследующей цель более глубокого усвоения теоретических положений курса и приобретения экспериментальных навыков.

Перед началом лабораторных работ студенты должны изучить правила и технику безопасности работы в лаборатории.

До начала очередной лабораторной работы студент должен ознакомиться с соответствующим руководством и рекомендуемой литературой. Перед выполнением работы студент должен иметь заранее заготовленную форму отчета.

Прежде чем приступать к выполнению работы, студент должен твердо знать теоретический материал, охватываемый этой работой, ясно представлять поставленную в работе задачу, способы ее разрешения и ожидаемые результаты.

Для выяснения готовности студента к выполнению очередной лабораторной работы проводится собеседование с преподавателем.

Перед выполнением лабораторной работы, непосредственно на занятии, студент должен сдать отчет по предыдущей работе.

Получив разрешение преподавателя, студенты приступают к монтажу схемы на закрепленном за ними рабочем месте.

Смонтированная схема предъявляется на проверку преподавателю.

***Не допускается включение схемы без разрешения преподавателя.***

Получив разрешение преподавателя на включение схемы, студент приступает к экспериментам, которые проводят с соблюдением правил техники безопасности. По окончании всех измерений, предусмотренных программой работы, производятся необходимые расчеты. Результаты наблюдений и вычислений заносятся в таблицы.

По окончании работы протокол предъявляется преподавателю, который им подписывается. Только после этого студенты разбирают схему и сдают соединительные провода лаборанту.

На основании своего протокола студенты производят обработку результатов наблюдений (выполняют расчеты, строят графики и диаграммы) и оформляют отчеты.

После окончания работы стулья должны быть установлены на предназначенные для них места.

## 2. Правила сборки электрических схем

Монтаж должен проводиться в полном соответствии электрической схемы. При монтаже схемы соединительные провода располагать по схеме таким образом, чтобы они не переплетались между собой. Сначала следует собирать основную токовую цепь схемы. В цепях постоянного тока и однофазных цепях переменного тока токовую цепь следует собирать от одного из зажимов источника и соединять элементы схемы в той же последовательности, в которой они расположены на схеме в руководстве, пока цепь не будет подключена к другому зажиму источника.

В трехфазных цепях следует собирать токовую цепь каждой фазы, начиная от соответствующего зажима источника вдоль фазы.

После сборки основной токовой части схемы, следует перейти к подключению параллельных ветвей и цепей напряжения измерительных приборов.

### **3. Правила техники безопасности в лаборатории электротехники**

1. К проведению лабораторных работ допускаются только студенты, знающие правила техники безопасности. Инструктаж по технике безопасности проводит преподаватель, что фиксируется в специальном журнале.

2. При монтаже схем используются только изолированные провода.

3. Студенту категорически запрещается включать схему без проверки ее преподавателем.

4. Устранение замеченных в рабочей цепи неисправностей, а также все пересоединения, необходимые по ходу работы, производятся только при отключенном напряжении. Повторное включение схемы после этих пересоединений допускаются также только после разрешения преподавателя

5. Во время работы нельзя прикасаться к оголенным частям электрической цепи.

6. Нельзя оставлять без наблюдения установку, находящуюся под напряжением.

7. По окончании работы напряжение у рабочего места немедленно отключается.

8. Смена перегоревших предохранителей производится лаборантом.

9. По окончании работ в лаборатории преподаватель обязан, отключать главный щит.

## Содержание лабораторных занятий

### Лабораторная работа №1

#### Раздел 2. «Постоянный ток»

**Тема:** «Последовательное соединение резисторов»

**Количество часов:** 2

#### Цели:

1. Научиться соединять сопротивления последовательно.
2. Опытным путём проверить, что ток в различных точках последовательной цепи имеет одну и ту же величину.
3. Убедиться, что сумма падений напряжений на отдельных сопротивлениях равна напряжению источника.

#### Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Изучить методические указания и правила проведения лабораторных работ;
- Изучить правила сборки электрической схемы;
- Изучить правила техники безопасности в лаборатории «Электротехника»
- Измерить напряжение на резисторах;
- Измерить силу тока электрической цепи;
- Заполнить таблицу;
- Сделать выводы по работе.

**Материальное обеспечение:** лабораторный стенд; соединительные провода, амперметр до 1 А- 3 шт., вольтметр до 100 В- 1шт., резисторы  $R_1= 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2= 220 \text{ Ом}$ ,  $R_3= 470 \text{ Ом}$ . источник питания – ЛАТР до 50В.

**Теоретическая часть:** Электрические цепи могут состоять из нескольких отдельных участков, соединённых между собой каждый из которых имеет электрическое сопротивление.

Резистор - это структурный элемент электрической цепи, назначение которого оказывать известное (номинальное) сопротивление электрическому току. При последовательном соединении нескольких потребителей подключить к источнику то в любой точке такой цепи величина тока будет одинакова. На каждом из последовательно соединённых сопротивлений ток создает падение напряжения, которое подсчитывается по формуле  $U=I \cdot R$  (В)

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторным стендом.
2. Собрать схему, согласно рис. 1

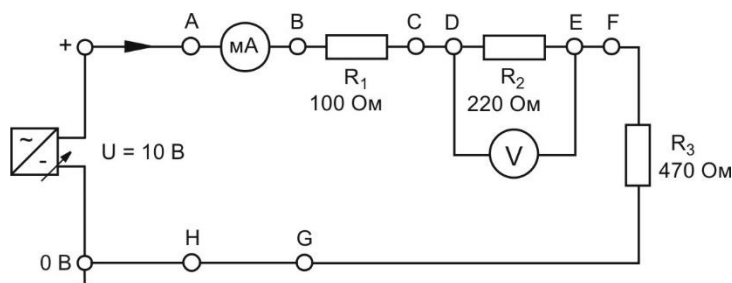


Рисунок 1 - Последовательное соединение резисторов

3 Подключить схему к источнику тока и записать показания амперметра:

3.1 подключить амперметр последовательно в любую другую точку цепи и убедиться в том, что показания совпадают с результатами первого измерения;

3.2 подключить вольтметр на первое сопротивление и измерить падение напряжения;

3.3. аналогично измерить и записать величины падений напряжений на втором и третьем сопротивлениях  $U_2$  и  $U_3$

3.4. используя формулу закона Ома для участка цепи, вычислить сопротивление всей цепи:

$$R'_0 = R_1 + R_2 + R_3$$

3.5. путем подсчетов проверить равенство  $U_{06} = U_1 + U_2 + U_3$

3.6. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1

№	Измерить							Вычислить					
	$I_1$ А	$I_2$ А	$I_3$ А	$U_{06}$ В	$U_1$ В	$U_2$ В	$U_3$ В	$R_1$ Ом	$R_2$ Ом	$R_3$ Ом	$R'_0$ Ом	$U_{06}$ В	$I_{06}$ А
1													

### Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы экспериментов;
- таблицы полученных экспериментальных данных;
- результаты отчета;
- выводы по работе

### Контрольные вопросы:

- Какое соединение называется последовательным?
- Приведите примеры последовательного соединения потребителей?
- Почему электрические лампы для освещения помещений не соединяются последовательно?
- Изменится показание амперметра, если в схему данной лабораторной работы включить еще одну лампу?
- Зависимость сопротивления от длины, сечения и материала проводника.

### Критерии оценки за лабораторную работу:

- «Отлично» - Показал полное знание технологии выполнения задания по сборке электрической схемы.

Продемонстрировал умение применять теоретические знания/правила выполнения/технологии при выполнении задания.

Уверенно выполнил действия согласно условию задания.

- «Хорошо» - Задание в целом выполнил, но допустил неточности.

Показал теоретические знания при сборке электрической схемы, выполнения задания, но недостаточно уверенно применил их на практике. Выполнил норматив на положительную оценку.

- «Удовлетворительно» - Показал знание общих положений, задание выполнил с ошибками. Задание выполнил на положительную оценку, но превысил время, отведенное на выполнение задания.

- «Неудовлетворительно» - Не выполнил задание.  
Не продемонстрировал умения самостоятельного выполнения задания.  
Не знает технологию/алгоритм выполнения задания.  
Не выполнил норматив на положительную оценку.

#### **Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

##### Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника: учебник / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617>— Текст: электронный.
2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум: учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944>— Текст: электронный
3. Мартынова, И. О., Электротехника: учебник / И. О. Мартынова. — Москва: КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст: электронный.

##### Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О.. Электротехника. Лабораторно-практические работы: Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва : КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301>— Текст : электронный.

##### Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000008/>
2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. – URL: <http://eltray.com>

## Лабораторная работа №2

### Раздел 2. «Постоянный ток»

**Тема:** Параллельное соединение резисторов

**Количество часов:** 2

#### Цели:

1. Научиться соединять сопротивления параллельно.
2. Опытным путем проверить, что сумма токов в параллельных ветвях равна току источника.
3. Проверить характер распределения токов в параллельных ветвях.

#### Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Изучить методические указания и правила проведения лабораторных работ;
- Изучить правила сборки электрической схемы;
- Изучить правила техники безопасности в лаборатории «Электротехника»
- Измерить напряжение на резисторах;
- Измерить силу тока электрической цепи;
- Заполнить таблицу;
- Сделать выводы по работе.

**Материальное обеспечение:** лабораторный стенд; соединительные провода, амперметр до 1 А- 3 шт., вольтметр до 100 В- 1шт., резисторы  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 220 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 470 \text{ Ом}$ ; источник питания – ЛАТР до 50В.

#### Теоретическая часть:

Если несколько сопротивлений соединить параллельно и подключить такое соединение к источнику, то ток, создаваемый им, будет проходить по всем сопротивлениям одновременно. При этом величина тока, текущего по параллельной ветви, зависит от величины её сопротивления: чем больше сопротивление, тем меньше ток. Кроме того, общий ток, создаваемый источником, равен сумме токов, текущих по всех параллельных ветвях.

Особенностью параллельного соединения является то, что падения напряжения на каждом из параллельно включенных сопротивлений равны между собой и представляют напряжение источника тока.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторным стендом.
2. Собрать схему, приведенную на рис.1

Путем измерения тока и напряжения убедитесь в том, что при параллельном соединении падение напряжения одинаково на всех сопротивлениях и сумма частичных токов равна полному току.

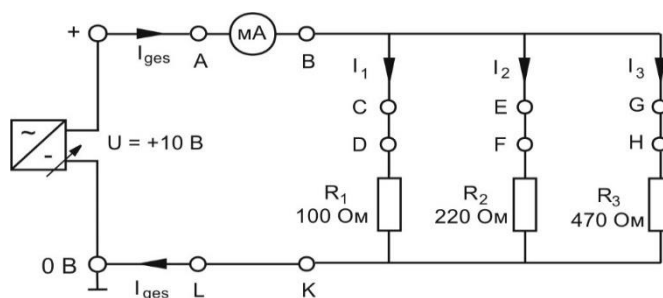


Рисунок 1 - Параллельное соединение резисторов



3. Подключить схему к источнику тока и записать показания амперметра (ток  $I_1$ ).

3.1. Аналогично подключить амперметр последовательно со вторым, а затем с третьим сопротивлением для измерения токов  $I_2$  и  $I_3$

3.2. Включить амперметр последовательно в общий провод и измерить ток источника  $I_{об}$

3.3. Расчетным путем убедиться в том, что  $I_{об} = I_1 + I_2 + I_3$

3.4. Вольтметром измерить напряжение на зажимах источника тока, а также падение напряжения на каждом сопротивлении.

Если сопротивления или нагрузки соединены параллельно, падение напряжения на них будет одинаковым.

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

3.5. Для расчета полного сопротивления применяется следующая формула:

$$R_{ges} = \frac{I}{\frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} + \frac{I}{R_3}}$$

3.6. Полученные данные занести в таблицу

Таблица 1

№	Измерить							Вычислить					
	$I_1$ А	$I_2$ А	$I_3$ А	$U_{об}$ В	$U_1$ В	$U_2$ В	$U_3$ В	$R_1$ Ом	$R_2$ Ом	$R_3$ Ом	$R'_0$ Ом	$U_{об}$ В	$I_{об}$ А
1													

### Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы экспериментов;
- таблицы полученных экспериментальных данных;
- результаты отчета;
- выводы по работе

### Контрольные вопросы:

- Какое соединение называется параллельным?
- Приведите примеры параллельного соединения потребителей?
- Почему потребители электрической энергии чаще всего соединяются параллельно?
- Как изменится величина общего тока и напряжения, если отключить одну из ламп?
- Закон Ома для участка цепи и полной цепи.

### Критерии оценки за лабораторную работу:

- «Отлично» - Показал полное знание технологии выполнения задания по сборке электрической схемы. Продемонстрировал умение применять теоретические знания/правила выполнения технологию при выполнении задания. Уверенно выполнил действия согласно условию задания.
- «Хорошо» - Задание в целом выполнил, но допустил неточности.

Показал теоретические знания при сборке электрической схемы, выполнения задания, но недостаточно уверенно применил их на практике. Выполнил норматив на положительную оценку.

- «Удовлетворительно» - Показал знание общих положений, задание выполнил с ошибками. Задание выполнил на положительную оценку, но превысил время, отведенное на выполнение задания.

- «Неудовлетворительно» - Не выполнил задание.

Не продемонстрировал умения самостоятельного выполнения задания.

Не знает технологию/алгоритм выполнения задания.

Не выполнил норматив на положительную оценку.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника: учебник / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617> — Текст: электронный.

2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944> — Текст: электронный

3. Мартынова, И. О., Электротехника: учебник / И. О. Мартынова. — Москва: КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719>— Текст: электронный.

Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О. Электротехника. Лабораторно-практические работы: Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва: КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301>— Текст: электронный.

Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000008/>

2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. — URL: <http://eltray.com>

## Лабораторная работа №3

### Раздел 3. «Электромагнетизм»

**Тема:** «Определение магнитных величин катушки индуктивности»

**Количество часов:** 2

**Цели:** Научиться опытным путем определять магнитные характеристики катушки индуктивности. Построить графики  $B=f(H)$ ,  $I=f(U)$ .

#### Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Изучить методические указания и правила проведения лабораторных работ;
- Изучить правила сборки электрической схемы;
- Изучить правила техники безопасности в лаборатории «Электротехника»
- Измерить напряжение на резисторах;
- Измерить силу тока электрической цепи;
- Выполнить расчеты по формулам;
- Заполнить таблицу;
- Сделать выводы по работе.

**Материальное обеспечение:** лабораторный стенд; амперметр (0-1А), вольтметр (0-30 В), регулятор напряжения переменного тока, катушка индуктивности с параметрами  $W=160$  витков,  $S=5 \text{ см}^2$ ,  $L_{\text{ср}}=18 \text{ см}$ ,  $R_k=1,2 \text{ Ом}$ ,  $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ - магнитная проницаемость вакуума.

#### Теоретическая часть:

Одним из основных элементов электрической цепи является катушка индуктивности.

Основной характеристикой катушки является индуктивность- $L$ , которая зависит от конструкции катушки.

$L=\mu\mu_0 W^2*S /L$ , где  $\mu$  - магнитная проницаемость сердечника,  $W$  - число витков;  $S$  - сечение сердечника катушки,  $L$  -длина сердечника катушки.

Индуктивность катушки связана с явлением самоиндукции, которая возникает в катушке при изменении магнитного потока самой катушки. Индуктивность является коэффициентом пропорциональности между потокосцеплением самоиндукции катушки и током катушки, которой этот поток создает:  $L=\psi/I$ , где  $\psi$  – потокосцепление самоиндукции. Это явление создает в катушке дополнительное сопротивление  $X$  называемое индуктивным  $X_L= w \cdot L$ , где  $w$  – угловая частота изменения тока  $w=2\pi f$ .

В некоторых устройствах применяются катушки без индуктивности  $L=0$ , которые намотаны проводом, сложенным вдвое, такая обмотка называется бифилярной и применяется для намотки реостатов.

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с лабораторным стендом.
2. Собрать схему, согласно рис.1

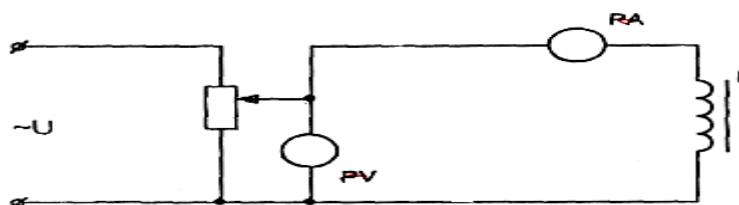


Рис 1. Схема включения катушки индуктивности.

3. Подключить схему к источнику тока и записать показания амперметра
- 3.1. Снять показания амперметра и вольтметра для трех измерений.
- 3.2. Результат измерений занести в таблицу.
- 3.3. Определить магнитный поток катушки по формуле  $\Phi_{\max} = U/4,44fW$ .
- 3.4. Определить магнитную индукцию катушки и напряженность магнитного поля  $B_{\max} = \Phi_{\max}/S$ ,  $H = IW/l_{\text{ср}}$ .
- 3.5. Рассчитать индуктивность сердечника и магнитную проницаемость сердечника  $\mu = \mu_{\text{ср}}/\mu_0$ , где  $\mu_{\text{ср}} = B_{\max}/\sqrt{2}H$ ;  $L = \psi/\sqrt{2}I$ , где  $\psi = \Phi W$ ;  $\mu = \mu_{\text{ср}}/\mu_0$ , где  $\mu_{\text{ср}} = B/\sqrt{2}$ ;  $L = \psi/\sqrt{2}$ , где  $\psi = \Phi W$ ;  $\mu = \mu_{\text{ср}}/\mu_0$ .
- 3.6. Полученные данные занести в таблицу
- 3.7. По данным опыта построить графики:  $B = f(H)$ ,  $I = f(U)$ .

Таблица 1

№	Результаты измерений		Результаты вычислений				
	U	I	Φ	B	H	L	μ
1							
2							
3							

### Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

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

### Контрольные вопросы:

1. Объяснить причину изменения каждой магнитной величины?
2. Какой способ увеличения магнитного потока катушки является наиболее экономным?
3. Почему катушки индуктивности работают сердечником?
4. Что такое  $\mu_0$ ?
5. Что такое явление самоиндукции?

### Критерии оценки за лабораторную работу:

• «Отлично» - Показал полное знание технологии выполнения задания по сборке электрической схемы.

Продемонстрировал умение применять теоретические знания/правила выполнения/технологии при выполнении задания.

Уверенно выполнил действия согласно условию задания.

• «Хорошо» - Задание в целом выполнил, но допустил неточности.

Показал теоретические знания при сборке электрической схемы, выполнения задания, но недостаточно уверенно применил их на практике. Выполнил норматив на положительную оценку.

- «Удовлетворительно» - Показал знание общих положений, задание выполнил с ошибками. Задание выполнил на положительную оценку, но превысил время, отведенное на выполнение задания.

- «Неудовлетворительно» - Не выполнил задание.

Не продемонстрировал умения самостоятельного выполнения задания.

Не знает технологию/алгоритм выполнения задания.

Не выполнил норматив на положительную оценку.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника : учебник / С. М. Аполлонский. — Москва : КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617> — Текст : электронный.

2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944> — Текст: электронный

3. Мартынова, И. О., Электротехника. : учебник / И. О. Мартынова. — Москва: КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст: электронный.

Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О. Электротехника. Лабораторно-практические работы: Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва: КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301>— Текст: электронный.

Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000008/>

2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. — URL: <http://eltray.com>

## Лабораторная работа №4

### Раздел 4. «Переменный синусоидальный ток»

**Тема:** «Исследование неразветвленной цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью»

**Количество часов: 2**

**Цель:** Опытная проверка основных соотношений для цепи переменного тока, обладающей активным сопротивлением и индуктивностью.

#### Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Изучить методические указания и правила проведения лабораторных работ;
- Изучить правила сборки электрической схемы;
- Изучить правила техники безопасности в лаборатории «Электротехника»
- Измерить напряжение на резисторах;
- Измерить силу тока электрической цепи;
- Выполнить расчеты по формулам;
- Заполнить таблицу;
- Сделать выводы по работе.

#### Материальное обеспечение:

1. Катушка с выдвижным сердечником с  $R=6$  Ом или 12 Ом
2. Амперметр на 1А
3. Вольтметр 0-100В
4. Ваттметр: на ток 2,5 А и напряжение 30 или 15 В
5. Источник переменного напряжения ЛАТР с напряжением от 20 до 50 В
6. Соединительные провода.

#### Теоретическая часть:

В цепях переменного тока наличие потребителей, обладающих индуктивностью, обуславливает сдвиг фаз между током и напряжением. От величины тока зависит потребляемая мощность, ток в цепи, а также технико-экономические показатели работы установки в целом (КПД, мощность, энергия в проводах и др.). Значительной индуктивностью обладают катушки с большим числом витков и со стальными сердечниками.

В промышленности к числу таких потребителей следует отнести трансформаторы, электродвигатели любого типа, электромагниты и др.

Электрическая цепь с включённым реостатом (активное сопротивление) и катушкой индуктивности представляет собой замкнутый контур. Катушка в цепи переменного тока обладает индуктивным сопротивлением  $X_L=2\pi fL$ , где  $f$ - частота переменного тока-50 (Гц);  $L$ -индуктивность катушки ( Гн).

#### Порядок выполнения работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме, согласно рис.1 для исследования неразветвленной цепи переменного тока.

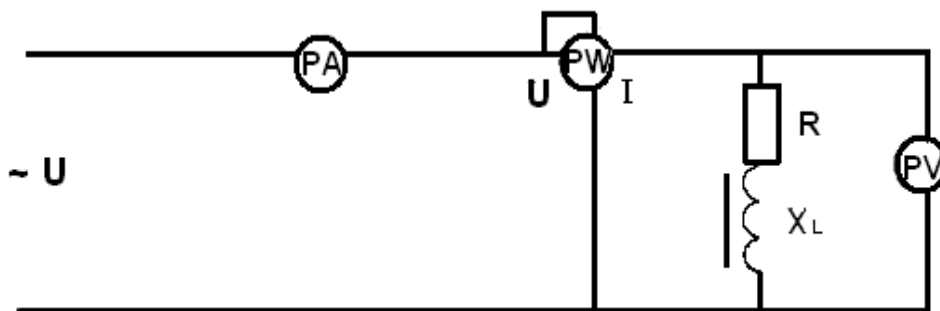


Рисунок 1 - Схема включения катушки индуктивности

1.2 Полностью ввести сердечник в катушку, подключить цепь к источнику тока и записать показания измерительных приборов в таблицу.

1.3 Постепенно выдвигая сердечник, для 3-4 его положений вновь записать показания приборов.

1.4. Определить для каждого положения сердечника:  $X_L=2\pi fL$ ;  $Z=\sqrt{R^2+X_L^2}$ ;  $L=X_L/2\pi f$ ;  $\cos\varphi=R/Z$ ;  $Q=I^2X_L$ ;  $S=U \cdot I$ .

1.5. Результаты расчетов занести в таблицу.

1.6. Правильность получения замеров можно проверить с помощью формулы  $P=I \cdot U \cos\varphi$

Таблица измерений

№	Результаты замеров				Результаты вычислений					
	R, Ом	U, В	I, А	P, Вт	ZL, Ом	XL, Ом	L, Гн	Cosφ	S, ВА	Q, Вар
1										
2										
3										
4										

По данным таблицы построить графики зависимостей тока ( I ), мощности ( P ), реактивной мощности ( Q ) и  $\cos\varphi$  от реактивного сопротивления катушки  $X_L$  :

$I=f(X_L)$ ;  $P=f(X_L)$ ;  $Q=f(X_L)$ ,  $\cos\varphi=f(X_L)$ .

#### Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы экспериментов;
- таблицы полученных экспериментальных данных;
- результаты отчета;
- выводы по работе

#### Контрольные вопросы:

- Что представляет собой катушка индуктивности?
- От чего зависит индуктивность катушки?
- Объясните физический смысл индуктивного сопротивления
- Как определить цену деления ваттметра?

5. Определение индуктивного и полного сопротивления катушки
6. Закон Ома для цепи
7. Определение  $\cos\varphi$ .

#### **Критерии оценки за лабораторную работу:**

- «Отлично» - Показал полное знание технологии выполнения задания по сборке электрической схемы.

Продemonстрировал умение применять теоретические знания/правила выполнения/технологию при выполнении задания.

Уверенно выполнил действия согласно условию задания.

- «Хорошо» - Задание в целом выполнил, но допустил неточности.

Показал теоретические знания при сборке электрической схемы, выполнения задания, но недостаточно уверенно применил их на практике. Выполнил норматив на положительную оценку.

- «Удовлетворительно» - Показал знание общих положений, задание выполнил с ошибками. Задание выполнил на положительную оценку, но превысил время, отведенное на выполнение задания.

- «Неудовлетворительно» - Не выполнил задание.

Не продемонстрировал умения самостоятельного выполнения задания.

Не знает технологию/алгоритм выполнения задания.

Не выполнил норматив на положительную оценку.

#### **Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника : учебник / С. М. Аполлонский. — Москва : КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617>— Текст : электронный.

2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944> — Текст : электронный

3. Мартынова, И. О., Электротехника. : учебник / И. О. Мартынова. — Москва : КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О. Электротехника. Лабораторно-практические работы: Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва : КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301>— Текст: электронный.

Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z00000008/>

2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. — URL: <http://eltray.com>



## Лабораторная работа №5

### Раздел 4. «Переменный синусоидальный ток»

Тема: «Исследование трехфазной электрической цепи. Соединение в звезду»

Количество часов:

Цели:

1. Научиться включать потребитель в звезду в цепи трехфазного тока
2. Исследовать процессы в трехфазной цепи, соединенной звездой при симметричной и несимметричной нагрузках, с нейтральным и без нейтрального провода,
3. Изучить влияние изменения параметров однофазных приемников на ток в нейтральном проводе и на напряжение между зажимами приемников.
4. Приобрести практические навыки по измерению линейного и фазного напряжения
5. Назначение нулевого провода при соединении потребителей в звезду.

Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Изучить методические указания и правила проведения лабораторных работ;
- Изучить правила сборки электрической схемы;
- Изучить правила техники безопасности в лаборатории «Электротехника»
- Измерить напряжение на резисторах;
- Измерить силу тока электрической цепи;
- Вычислить мощность на каждой фазе;
- Заполнить таблицу;
- Построить векторные диаграммы;
- Сделать выводы по работе.

Материальное обеспечение

- Лабораторный стенд типа ЛЭС
- Источник питания – 12В/7В
- Электроизмерительный прибор - мультиметр
- Резисторы  $R_1, = R_2 = R_3 = 1 \text{ k}\Omega$
- Соединительные провода

Теоретическая часть:

Трёхфазным током называется система 3-х-однофазных токов, одинаковых по величине и частоте, но сдвинутых по фазе относительно один от другого на угол  $120^\circ$ .

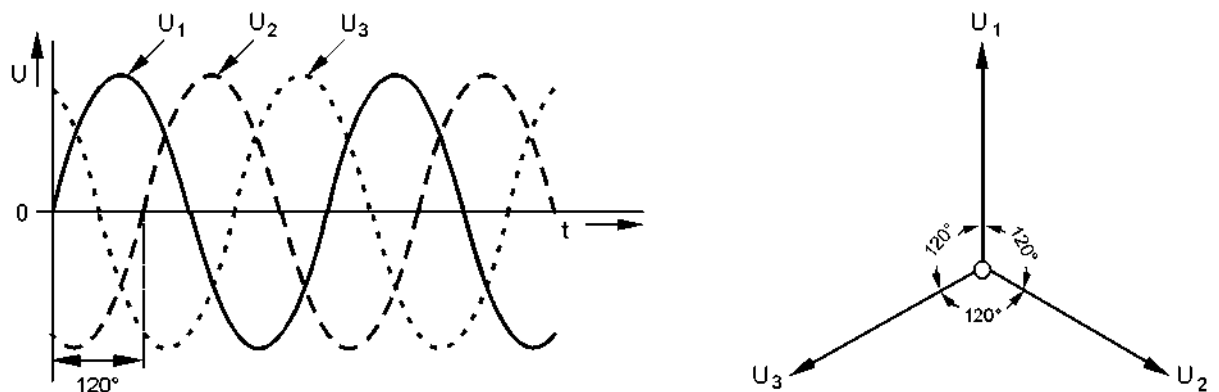


Рисунок 1 - Получение трехфазного тока

Соединение, при котором концы фаз потребителей соединены в одну точку (называется нулевой точкой), называется соединением потребителей звездой.

В 3-х фазной системе различают фазное  $U_{\text{ф}}$  и линейное  $U_{\text{л}}$  напряжение. Фазное напряжение - это напряжение между началом и концом фазы или между линейным и нулевым проводами, а линейное напряжение - напряжение между началами фаз или напряжение между двумя линейными проводами.

Фазный ток  $I_{\text{ф}}$  - это ток в потребителе, каждый линейный  $I_{\text{л}}$  - ток в линейных проводах фазы.

Схема звезда с нулевым проводом крайне необходима там, где существует неравномерная нагрузка фаз, например в осветительной сети, где фазы загружены неравномерно и в том случае протекает ток, о чем свидетельствуют показания амперметра, включенного в нулевой провод.

Нулевой провод выравнивает нагрузку фаз. При неравномерной нагрузке фаз нулевой провод обеспечивает равномерность всех фазных напряжений.

При отсутствии нулевого провода это равенство нарушается; на нулевом проводе нельзя ставить предохранитель. Законы трехфазной цепи при соединении звездой  $U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\text{ф}}$ ;  $I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$ .

#### Порядок выполнения работы:

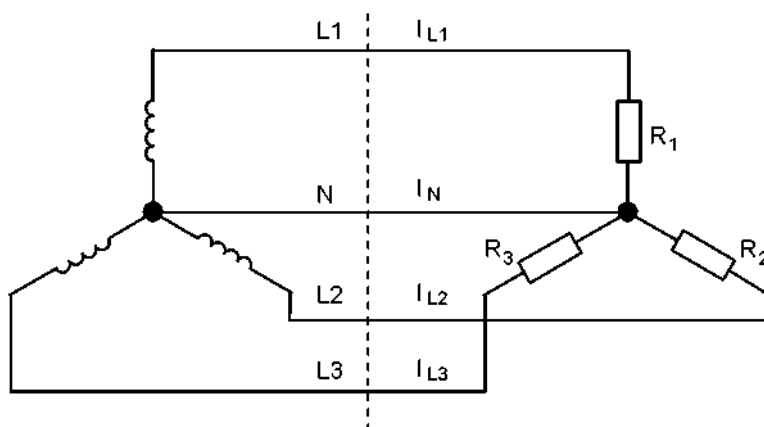
1. Собрать схему для исследования трехфазной электрической цепи соединенной звездой рис.1.

В качестве нагрузки в схеме используются резисторы (чисто активный потребитель).

Для измерения напряжения использовать один из вольтметров, имеющихся на стенде, к клеммам которого необходимо присоединить два провода с наконечниками.

2. Исследовать следующие режимы:

- 2.1) симметричная нагрузка с нейтральным проводом;
- 2.2) симметричная нагрузка без нейтрального провода;
- 2.3) несимметричная нагрузка с нейтральным проводом;
- 2.4) несимметричная нагрузка без нейтрального провода;



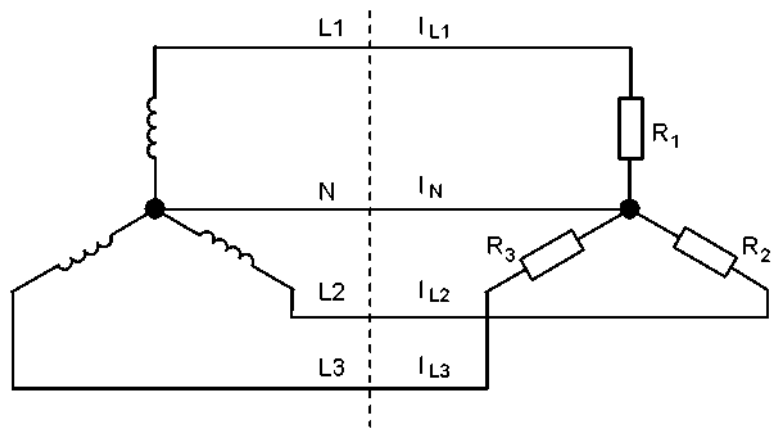


Рисунок 1 - Соединение обмоток в звезду

- L1, L2, L3 = Провод (Фаза)
- N = Нулевой провод
- $I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}$  = Линейные токи, А
- $I_N$  = Нейтральный ток, А
- $R_1, R_2, R_3$  = Токоприемники

2. Установить равномерную нагрузку фаз.
  - 2.1. Измерить фазные ( $U_A, U_B, U_C$ ) и линейные ( $U_{AB}, U_{CB}, U_{CA}$ ) напряжения,
  - 2.2. Измерить фазные и линейные токи.
  - 2.3 Вычислить фазные мощности ( $P_A; P_B; P_C$ ) по формуле  $P_\phi = I_\phi \cdot U_\phi \cdot \cos\phi$ ,  
принять  $\cos\phi = 1$ , так как нагрузка активная

нагрузка	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_0$	$U_A$	$U_B$	$U_C$	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$	$P_A$	$P_B$	$P_C$	P	N провод
равномерная															есть
															нет
неравномерная															есть
															нет

3. Установить неравномерную нагрузку в трех фазах. Произвести те же измерения и вычисления.
4. Отсоединить нейтральный провод. Установить неравномерную нагрузку в трех фазах. Произвести те же измерения и вычисления.
5. Рассчитать полную мощность  $P = 3P_\phi$  или  $P = P_{\phi 1} + P_{\phi 2} + P_{\phi 3}$ , в зависимости от нагрузки.
6. Заполнить таблицу измерения
7. Построить векторную диаграмму напряжений и токов для равномерной и неравномерной нагрузки.
8. Сделать вывод.

**Содержание отчета**

- Отчет по работе должен содержать:
- а) наименование работы и цель работы;
  - б) схемы экспериментов;

- в) таблицы полученных экспериментальных данных;
- г) результаты отчета;
- д) выводы по работе

#### **Контрольные вопросы:**

1. В чем преимущество трехфазной системы перед однофазной?
2. Назначение нулевого провода?
3. Каков порядок соединения фаз звездой? треугольника?
4. Достоинство трехфазной системы перед однофазной?
5. Что означает указание  $Y/\Delta 380/220$  на паспорте трехфазного двигателя?
6. Как измерить мощность в трехфазной системе при равномерной и неравномерной нагрузке?

Какие существуют зависимости между линейными и фазными токами трехфазной системы при соединении приемников треугольником?

#### **Критерии оценки за лабораторную работу:**

- «Отлично» - Показал полное знание технологии выполнения задания по сборке электрической схемы.

Продемонстрировал умение применять теоретические знания/правила выполнения/технологии при выполнении задания.

Уверенно выполнил действия согласно условию задания.

- «Хорошо» - Задание в целом выполнил, но допустил неточности.

Показал теоретические знания при сборке электрической схемы, выполнения задания, но недостаточно уверенно применил их на практике. Выполнил норматив на положительную оценку.

- «Удовлетворительно» - Показал знание общих положений, задание выполнил с ошибками. Задание выполнил на положительную оценку, но превысил время, отведенное на выполнение задания.

- «Неудовлетворительно» - Не выполнил задание.

Не продемонстрировал умения самостоятельного выполнения задания.

Не знает технологию/алгоритм выполнения задания.

Не выполнил норматив на положительную оценку.

#### **Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника: учебник / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617> — Текст: электронный.

2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944> — Текст: электронный

3. Мартынова, И. О., Электротехника: учебник / И. О. Мартынова. — Москва: КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О.. Электротехника. Лабораторно-практические работы: Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва: КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301>— Текст: электронный.

Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. – URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z00000008/>
2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. – URL: <http://eltray.com>

## Лабораторная работа №6

### Раздел 6. «Электрические машины»

**Тема:** «Исследование пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»

**Количество часов:** 2

**Цели:** Ознакомиться с устройством и пуском асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»

#### Задачи:

- Изучить теоретический материал;
- Изучить методические указания и правила проведения лабораторных работ;
- Изучить правила сборки электрической схемы;
- Изучить правила техники безопасности в лаборатории «Электротехника»
- Измерить напряжение на резисторах;
- Измерить силу тока электрической цепи;
- Заполнить таблицу;
- Сделать выводы по работе.

#### Материальное обеспечение:

1. Источник питания – трехфазная сеть с напряжением 380В с коммутационной и защитной аппаратурой;
2. Трехфазный асинхронный двигатель серии АОЛ22-2 мощностью 600Вт, частотой вращения 2800 оборотов в минуту;
3. Амперметр 0-5, 0-30 А;
4. Вольтметр 0-300 В;
5. Соединительные провода.
6. Магнитный пускатель ПМЕ-222

#### Теоретическая часть:

Трехфазный асинхронный двигатель по своим электромеханическим свойствам отвечает требованиям большинства промышленных механизмов и грузоподъемных машин.

Будучи простым и надежным в работе он обладает высоким КПД, является самым распространенным в народном хозяйстве. Для работы двигателя используются современные электрические приводы и силовые установки, которые имеют автоматическое и дистанционное управление.

В качестве коммутационных аппаратов применяются контакторы и пускатели. Одним из них является магнитный пускатель, применяемый для прямого пуска, остановки, защиты электродвигателя от перегрузки. Наиболее распространенные пускатели серии ПМЕ имеют электромагнитный привод для замыкания главных и вспомогательных контактов. Они выпускаются на номинальные токи до 25 А при напряжении 380В.

При образовании электрической энергии в механическую осуществляется следующим образом: трехфазные токи питающей электросети проходят по трем обмоткам статора, образуют вращающееся магнитное поле. Магнитное поле статора наводит в

проводниках обмотки ротора вторичные токи, взаимодействие которых с магнитным полем обуславливает вращающий момент, передаваемый валом ротора к рабочей машине механизма. В проводах ротора с коротко замкнутой обмоткой протекают вторичные токи с частотой определяемой скольжением.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомится с устройством трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и магнитным пускателем.
  2. Записать оборудование и собрать электрическую цепь по схеме 1.
  - 3 Работа электрической схемы АД : Подать на схему напряжения от модуля питания на клеммы асинхронного двигателя силового модуля осуществляется через сопротивления RP1, RP2, RP3 модуля добавочных сопротивлений №1. При нажатии на кнопку «ПУСК» убедиться в правильности работы схемы.
    - 3.1 Выключить напряжение и отсоединить проводник от контактора в точке К.
    - 3.2 Включить напряжение, нажать на кнопку «ПУСК» и ознакомиться с особенностями работы схемы в этом случае.
    - 3.3 При запусках электродвигателя обращать внимание на стрелку амперметра, включенного в цепь питания двигателя, а также на показания вольтметра.
    - 3.4. Поменять местами два любых провода, подводящих ток к клеммнику, и убедиться в том, что при включении ротор двигателя поменял вращение на обратную сторону.
- Исследование двигателя в режиме холостого хода проводится для одного значения напряжения, равного номинальному, и позволяет оценить величину тока холостого хода, а также потери в стали при номинальном напряжении.
- 3.5. Запустить электродвигатель при соединении обмоток «звездой» показания приборов записать в таблицу.

Способ включения	I пуск	Uф	Iх.х.	Uф/Uф	I пуск / Iх.х.
звездой					

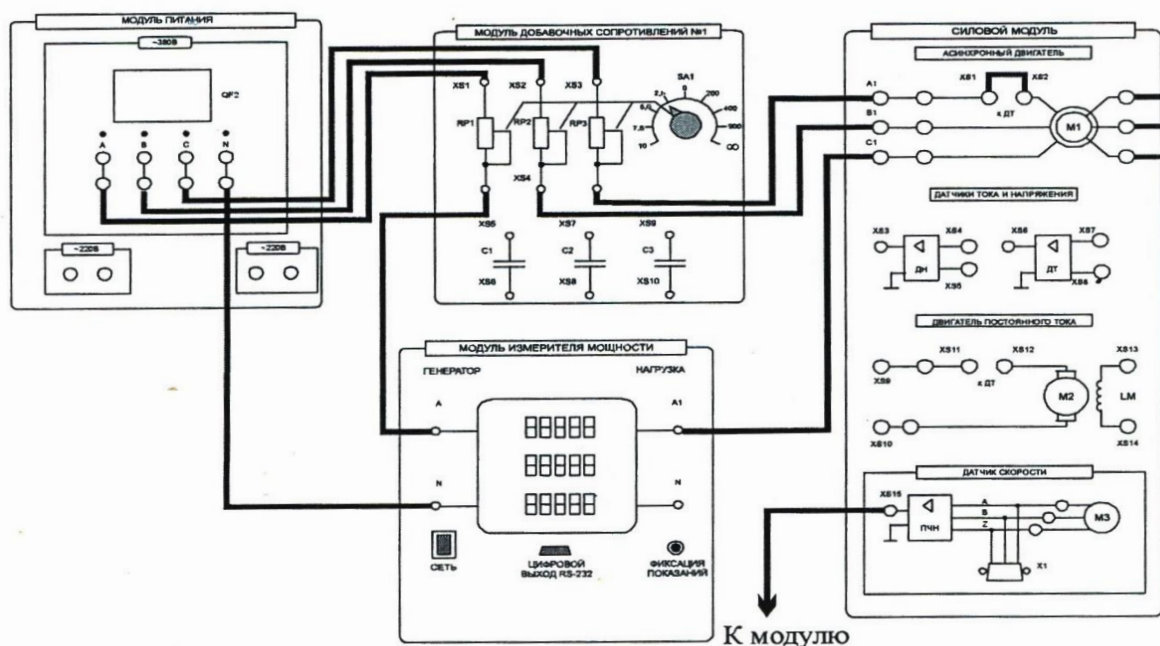


Схема 1 Электрическая схема пуска асинхронного двигателя

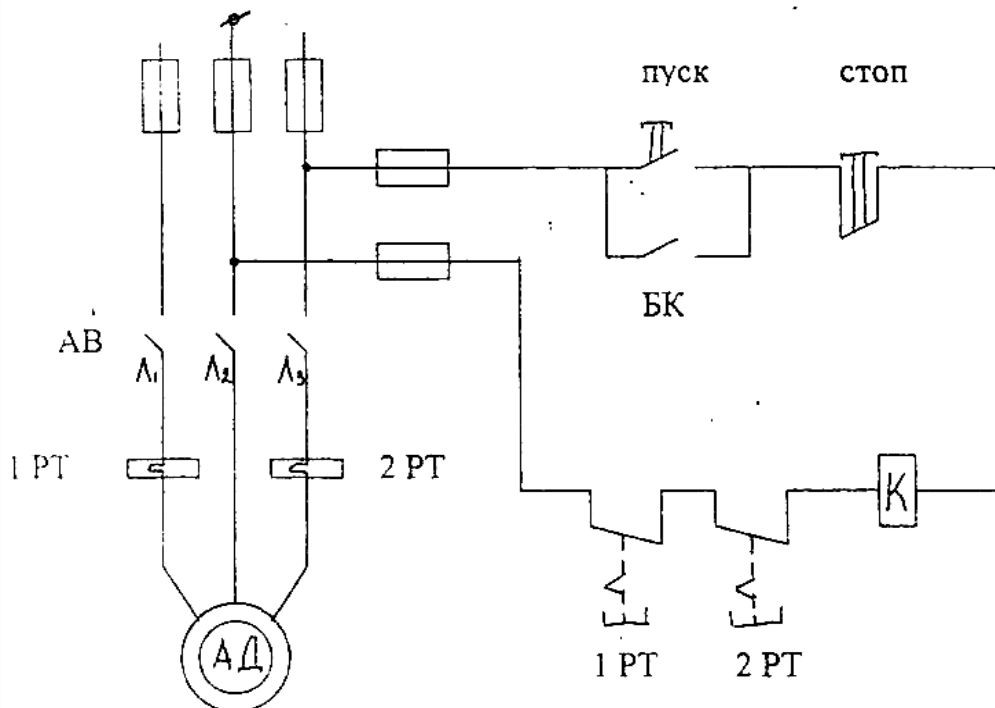


Схема 2 - Схема управления асинхронного двигателя

### Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- наименование работы и цель работы;
- схемы экспериментов;
- таблицы полученных экспериментальных данных;
- результаты отчета;
- выводы по работе

### Контрольные вопросы:

- Объяснить «нулевую защиту» электродвигателей с помощью магнитного пускателя.
- Устройство и принцип работы АД.
- Маркировка выводных концов статора электродвигателя, способы подключения в сеть.
- От каких величин зависит электромагнитный вращательный момент АД.
- Почему в момент пуска АД с коротко замкнутым ротором, ток в обмотке статора в несколько раз превышает номинальный.

### Критерии оценки за лабораторную работу:

• «Отлично» - Показал полное знание технологии выполнения задания по сборке электрической схемы.

Продemonстрировал умение применять теоретические знания/правила выполнения/технологию при выполнении задания.

Уверенно выполнил действия согласно условию задания.

• «Хорошо» - Задание в целом выполнил, но допустил неточности.

Показал теоретические знания при сборке электрической схемы, выполнения задания, но недостаточно уверенно применил их на практике. Выполнил норматив на положительную оценку.

• «Удовлетворительно» - Показал знание общих положений, задание выполнил с ошибками. Задание выполнил на положительную оценку, но превысил время, отведенное на выполнение задания.

• «Неудовлетворительно» - Не выполнил задание.

Не продемонстрировал умения самостоятельного выполнения задания.

Не знает технологию/алгоритм выполнения задания.

Не выполнил норматив на положительную оценку.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение:**

Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника : учебник / С. М. Аполлонский. — Москва : КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617> — Текст : электронный.

2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944> — Текст : электронный

3. Мартынова, И. О., Электротехника. : учебник / И. О. Мартынова. — Москва : КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст : электронный.

Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О. Электротехника. Лабораторно-практические работы: Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва : КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301>— Текст: электронный.

Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000008/>

2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. — URL: <http://eltray.com>



## Список источников и литературы

### Основные источники:

1. Аполлонский, С. М., Электротехника : учебник / С. М. Аполлонский. — Москва : КноРус, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-406-11277-9. — URL: <https://book.ru/book/948617>— Текст : электронный.
2. Аполлонский, С. М., Электротехника. Практикум. : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Москва: КноРус, 2022. — 318 с. — ISBN 978-5-406-09932-2. — URL: <https://book.ru/book/943944>— Текст : электронный
3. Мартынова, И. О., Электротехника. : учебник / И. О. Мартынова. — Москва : КноРус, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-406-11358-5. — URL: <https://book.ru/book/948719> — Текст : электронный.

### Дополнительные источники:

1. Мартынова, И.О. Электротехника. Лабораторно-практические работы: Учебное пособие / И.О. Мартынова — Москва: КноРус, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-406-11494-0. — URL: <https://book.ru/book/949301> — Текст: электронный.

### Интернет-ресурсы:

1. Основы электротехники [Электронный ресурс]. — URL: <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z00000008/>
2. Мультимедийный курс по электротехнике и основам электроники [Электронный ресурс]. – URL: <http://eltray.com>