



Федеральное агентство по рыболовству  
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»  
**Калининградский морской рыбопромышленный колледж**

Утверждаю  
Заместитель начальника колледжа  
по учебно-методической работе  
М.С. Агеева

**ОП.03 ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Методическое пособие для выполнения лабораторных занятий по специальности

**26.02.03 Судовождение**

**МО-26 02 03-ОП.03. ЛЗ**

РАЗРАБОТЧИК

Судоводительское отделение

ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

В.В. Феоктистов

ГОД РАЗРАБОТКИ

2023

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 2/27

## Содержание

Введение .....	3
Перечень лабораторных работ .....	5
1 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА.....	6
1.2 Электрические цепи постоянного тока.....	6
Лабораторное занятие№ 1 Исследование последовательного соединения потребителей энергии .....	6
1.3 Электромагнетизм.....	8
Лабораторное занятие№2 Исследование явления электромагнитной индукции.....	8
1.4 Электрические цепи однофазного переменного тока .....	10
Лабораторное занятие№3 Исследование цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью.....	10
Лабораторное занятие№ 4 Исследование неразветвленной цепи с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью .....	13
1.5 Трехфазные электрические цепи.....	16
Лабораторное занятие№ 5 Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «звездой» .....	16
1.6 Электрические измерения .....	20
Лабораторное занятие№ 6 Поверка амперметра и вольтметра .....	20
2.3 Выпрямительные устройства .....	22
Лабораторное занятие№7 Исследование схем выпрямления .....	22
Лабораторное занятие№8 Исследование сглаживающих фильтров.....	24
Правила техники безопасности при проведении лабораторных работ .....	26
Используемые источники литературы .....	27

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 3/27

## Введение

Методические указания по выполнению лабораторных занятий (для обучающихся) составлены в соответствии с рабочей программой «Электроника и электротехника» для специальности 26.02.03.

Рабочей программой дисциплины «Электроника и электротехника» по специальности 26.02.03. «Судовождение» для проведения лабораторных занятий предусмотрено 16 часов.

Целью проведения лабораторных занятий является формирование компетенций ОК, закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических навыков и умений по отдельным темам курса. Кроме того, в процессе выполнения лабораторных занятий теоретические знания обобщаются, систематизируются, конкретизируются, возникает способность применять теоретические знания на практике.

Выполнение лабораторных занятий направлено на формирование у обучающихся следующих элементов компетенций:

Общие компетенции:

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

В данной дисциплине проведение лабораторных занятий вырабатывает навык монтажа электрических схем, умение пользоваться электроизмерительными приборами, способность обрабатывать полученные результаты исследования, делая при этом выводы.

К лабораторным работам допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по технике безопасности, пожарной безопасности, обученные правилам и приемам их выполнения. Основные требования по правилам техники безопасности даны в приложении.

Основной целью методических пособий является оказание помощи обучающимся при выполнении лабораторных работ. Методические указания к каждой лабораторной работе содержат пояснение цели работы, перечень используемых в данной работе приборов и оборудования, исследуемую

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 4/27

электрическую схему, порядок выполнения работы, вопросы для самоконтроля и форму отчета по проделанной работе.

Перед проведением лабораторных занятий курсанты должны изучить соответствующий материал, понять цель работы, ознакомиться с содержанием и последовательностью работы, а преподаватель проверить их готовность к проведению задания.

При оформлении отчета по лабораторной работе необходимо схемы, графики, таблицы выполнять с помощью чертежных инструментов, карандашом.

Расчеты следует производить, используя все единицы измерения в системе СИ.

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 5/27

### Перечень лабораторных занятий

№ п/п	Лабораторные занятия	Кол-во часов
<b>РАЗДЕЛ 1 Электротехника</b>		
Тема 1.2. Электрические цепи постоянного тока		
1	Исследование последовательного соединения потребителей энергии	2
Тема 1.3 Электромагнетизм		
2	Исследование явления электромагнитной индукции	2
Тема 1.4. Электрические цепи переменного однофазного тока		
3	Исследование цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью	2
4	Исследование неразветвленной цепи с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью	2
Тема 1.5. Трехфазные электрические цепи		
5	Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «звездой»	2
Тема 1.6. Электрические измерения		
6	Проверка амперметра и вольтметра	2
<b>РАЗДЕЛ 2 ЭЛЕКТРОНИКА</b>		
Тема 2.3. Выпрямительные устройства		
7	Исследование схем выпрямления	2
8	Исследование сглаживающих фильтров	2
ИТОГО		16

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 6/27

## 1 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

### 1.2 Электрические цепи постоянного тока

#### Лабораторное занятие № 1 Исследование последовательного соединения потребителей энергии

*Цель работы:*

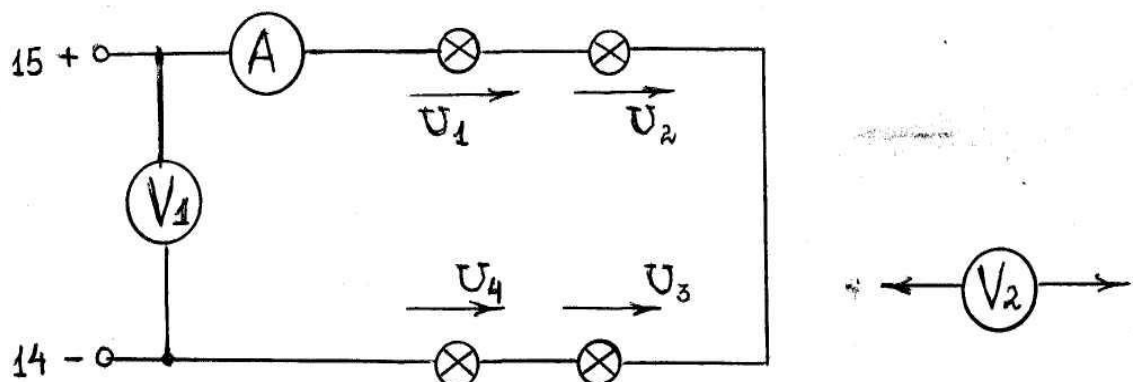
- Формирование компетенций ОК 02
- Закрепление знаний по темам «Электрические цепи постоянного тока», «Электрические измерения».
- Приобретение практических навыков исследования режимов работы цепи постоянного тока и распределения тока, напряжений и мощностей в данной цепи.
- Привитие интереса к избранной специальности.

*Исходные данные:*

Приборы и оборудование:

1. Амперметр М-367 3А А
2. Вольтметр М-367 50В V<sub>1</sub>
3. Вольтметр М-367 15В V<sub>2</sub>
4. Лампы накаливания МО 24В 4 штуки.

Электрическая схема:



*Содержание и порядок выполнения работы:*

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 7/27

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием лабораторного стола и записать их технические данные.
2. Собрать схему цепи.
3. Установить напряжение в цепи  $U$  и измерить ток в цепи  $I$ , падение напряжения на лампах  $U_1, U_2, U_3, U_4$ . Данные измерений занести в таблицу №1.

Таблица 1

$I$	$U$	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$
A	B	B	B	B	B

4. Проверить справедливость равенства  $U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$ , пользуясь результатами опыта.

5. Определить сопротивление и мощность отдельных участков и всей цепи.

Проверьте справедливость соотношений:

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2 \quad U_3 : U_4 = R_3 : R_4$$

$$P_{л1} : P_{л2} = R_1 : R_2 \quad P_{л3} : P_{л4} = R_3 : R_4$$

6. Изменяя напряжение на зажимах цепи от  $U$  установленного до 0, измерить ток в цепи и данные замеров занести в таблицу 2.

Таблица 2

$U$	$B$					
$I$	$A$					

По полученным данным постройте в масштабе зависимость  $I = f(U)$

*Выводы и предложения:*

В результате проделанной работы высказать свои выводы по распределению напряжения и мощности между участками цепи.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».
4. Список используемых источников

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 8/27

5. Выводы и предложения
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя

*Вопросы для самопроверки:*

1. Записать и сформулировать закон Ома для участка цепи, для полной электрической цепи.
2. Какие виды соединения потребителей бывают в электрических цепях?
3. Для последовательного соединения записать соотношения:
  - для токов на участках цепи
  - для напряжений на участках цепи
  - для мощностей на участках цепи
4. Как определяется общее сопротивление при последовательном соединении?
5. Записать и сформулировать закон Джоуля - Ленца.
6. В чем физическая суть первого правила Кирхгофа?

### 1.3 Электромагнетизм

#### Лабораторное занятие №2 Исследование явления электромагнитной индукции

*Цель работы:*

- Формирование компетенций ОК 02
- Закрепление теоретических знаний по темам «Электромагнетизм», «Электрические измерения».
  - Приобретение навыков исследования явления электромагнитной индукции и причин возникновения данного явления.
  - Привитие интереса к избранной специальности.

*Исходные данные:*

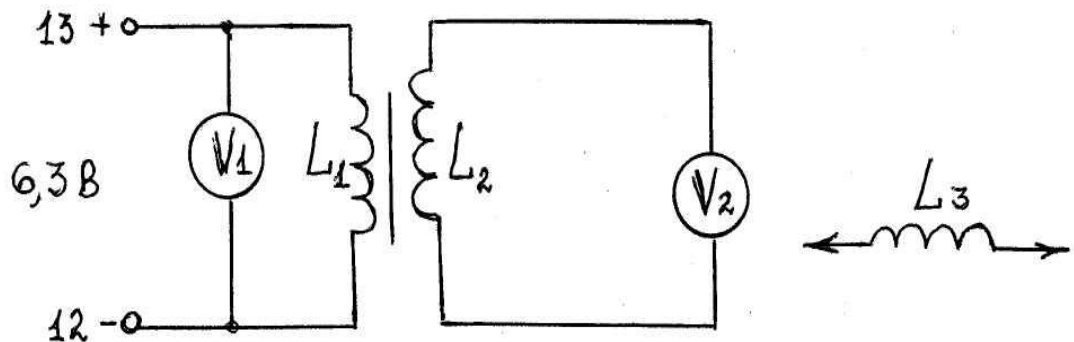
Приборы и оборудование:

1. Вольтметр М 367 – 15В –  $V_1$
2. Вольтметр Ц 4311 – 3В –  $V_2$
3. Электромагнит –  $L_1$
4. Катушка индуктивности – 2340 витков –  $L_2$
5. Катушка индуктивности 4800 витков –  $L_3$

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*



Электрическая схема:



*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием и записать технические данные;
2. Собрать схему.
3. Изменяя напряжение  $U_1$  от 0 до 4В (через 0.5 В), измерить значение наведенной ЭДС в катушке  $L_2$  с помощью вольтметра  $V_2$ . Аналогичное исследование произвести с катушкой  $L_3$ . Данные измерений занести в таблицу.

$U_1$ В	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
$U_2$ В									
$U_3$ В									

4. Перемещая электромагнит в катушке  $L_2$  или  $L_3$ , по вольтметру  $V_2$  убедиться в существовании явления электромагнитной индукции.
5. На основании данных таблицы построить графики  $U_2 = f(U_1)$ ;  $U_3 = f(U_1)$
6. Рассчитать коэффициенты трансформации

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 10/27

$$K_{тр,1} = U_2/U_1; \quad K_{тр,2} = U_3/U_1 \quad \text{при } U_1 = 1.5В$$

*Выводы и предложения по работе:*

В результате проделанной работы высказать свои соображения по причинам возникновения ЭДС индукции.

*Содержание отчета:*

1. Цель работы  
2. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».

3. Список использованных источников
4. Выводы и предложения
5. Даты и подписи курсанта и преподавателя

*Вопросы для самопроверки:*

1. В чем физическая сущность явления электромагнитной индукции?
2. Чем создается магнитное поле?
3. Как определяется направление магнитных силовых линий?
4. От каких параметров зависит индуктивность катушки?
5. В каких единицах измеряется индуктивность?
6. При каких условиях возникает явление самоиндукции?
7. В чем разница между самоиндукцией и взаимной индукцией?
8. В чем сущность правила Ленца? Сформулируйте его.

#### **1.4 Электрические цепи однофазного переменного тока**

##### **Лабораторное занятие №3 Исследование цепи переменного тока с активным сопротивлением и индуктивностью**

*Цель работы:*

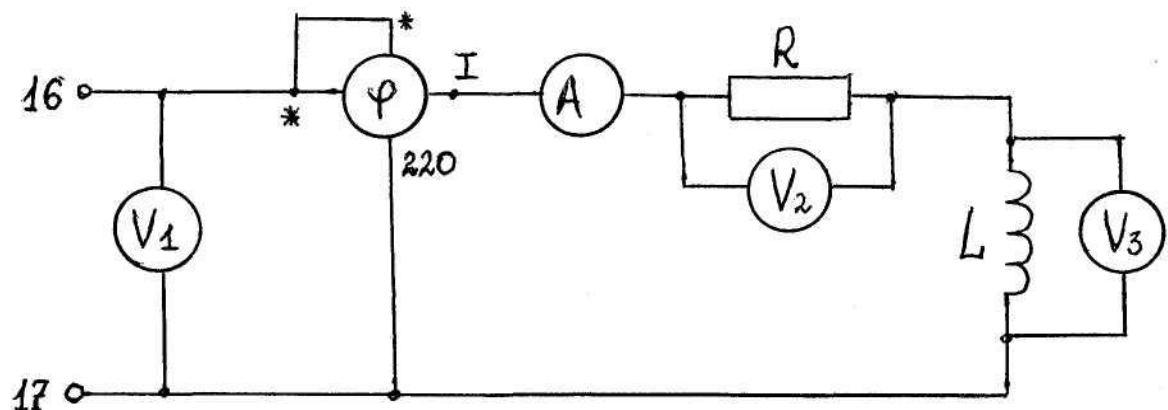
- Формирование компетенций ОК 02
- Закрепление теоретических знаний по темам «Электрические цепи однофазного переменного тока», «Электрические измерения».
- Приобретение навыков исследования цепей переменного тока и влияния индуктивности на режимы работы цепи.
- Привитие интереса к избранной специальности.

Исходные данные:

Приборы и оборудование:

1. Амперметр	Э-59 Ц4311 Э-514	2А 3А 5А	А
2. Вольтметр	Э-378	150	$V_1$
3. Вольтметр	Э-59	7,5-60	$V_2$
4. Вольтметр	Э-59	150 V	$V_3$
5. Фазометр	Д 548		$\cos \varphi$
6. Резистор ПЭЛ	27 Ом $\pm 10\%$		$R_p$
7. Катушка индуктивности	2340 витков		$R_k, L_k$ $R_k = 30 \text{ Ом}$

Электрическая схема:



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Ввести стальной сердечник в катушку.
3. Включить цепь, установить напряжение на зажимах Кл 16 – Кл 17.
4. Изменяя положение сердечника в катушке, измерить ток  $I$ , напряжение на резисторе  $U_R$  и напряжение на катушке  $U_k$ ,  $\cos \varphi$ ,  $\varphi$

Данные записать в таблицу 1

Таблица 1

Порядок замера	U	U <sub>R</sub>	U <sub>K</sub>	I	cos φ	φ
	В	В	В	А	-	Град
С сердечником						
Промежуточное положение						
Без сердечника						

По данным замеров (таблицы 1) определить для каждого измерения:

Сопротивление резистора	R <sub>p</sub>
Индуктивное сопротивление катушки	X <sub>L</sub>
Индуктивность катушки (f=50 Гц)	L
Полное сопротивление цепи	Z
Активное напряжение	U <sub>a</sub>
Активную мощность цепи	P
Реактивную мощность цепи	Q <sub>L</sub>
Полную мощность цепи	S

Результаты расчетов занести в таблицу 2

Таблица 2

Порядок замера	R <sub>p</sub>	X <sub>L</sub>	L	Z	P	Q <sub>L</sub>	S
	Ом	Ом	Гн	Ом	Вт	ВАР	ВА
С сердечником							
Промежуточное положение							
Без сердечника							

По данным таблицы 1 построить в масштабе векторные диаграммы напряжений и тока и сравнить их.

*Выводы и предложения:*

В результате проделанной работы высказать свои соображения по влиянию индуктивности на параметры цепи.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы
2. Цель работы

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 13/27

3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

4. Список используемых источников
5. Выводы и предложения
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя

*Вопросы для самопроверки:*

1. В каких единицах измеряется индуктивность? Производные единицы и соотношения между ними.
2. Как определить индуктивное сопротивление?
3. Пояснить, как зависит индуктивное сопротивление от частоты.
4. Как рассчитать полное сопротивление цепи с «R и L».
5. Как определить коэффициент мощности  $\cos \varphi$  для цепи с «R и L».

#### **Лабораторное занятие № 4 Исследование неразветвленной цепи с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью**

*Цель работы:*

- Формирование компетенций ОК 02
- Закрепление теоретических знаний по темам «Электрические цепи однофазного переменного тока», «Электрические измерения».
- Приобретение навыков и умений исследования реальной цепи однофазного переменного тока в различных режимах работы.
- Привитие интереса к избранной специальности.

*Исходные данные:*

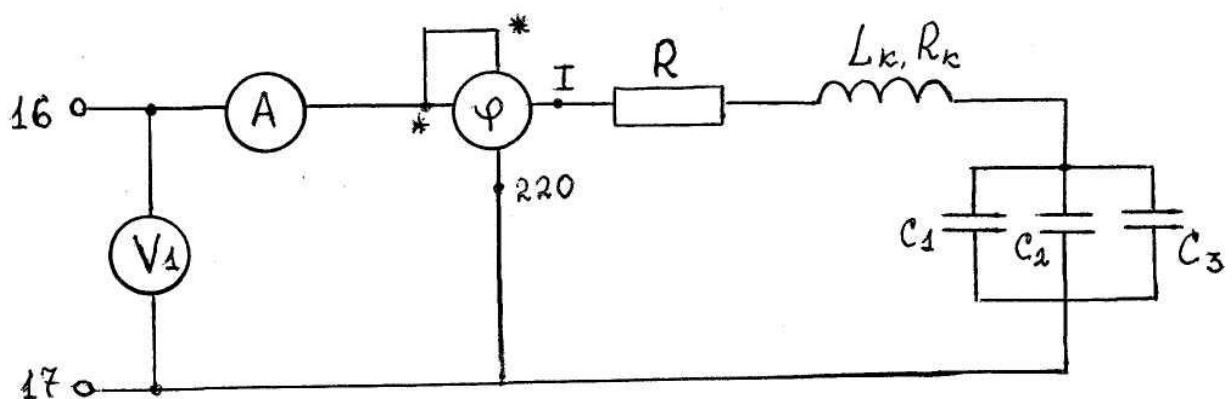
Приборы и оборудование:

1. Амперметр	Э-59	2А	А
	Ц 4311	3А	
	Э 514	5А	
2. Вольтметр	Э-59	7,5-60 В	V <sub>2</sub>
3. Вольтметр	Э-378	150-250 В	V <sub>1</sub>
4. Вольтметр	Э-59	150-300 В	V <sub>3</sub>
5. Резистор	ПЭЛ	27±10% Ом	

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 14/27

6. Фазометр	Д548	0-1-0	$\varphi$
7. Катушка индуктивности		2340 витков	
		$R_k=30 \text{ Ом}$	
8. Конденсаторы	МБГП	2 мкФ $\pm$ 10%	
		10 мкФ $\pm$ 10%	
		20 мкФ $\pm$ 10%	

Электрическая схема:



*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Ввести полностью сердечник в катушку.
3. Включить цепь и установить на клеммах заданное напряжение.
4. Провести измерение тока  $I$ , напряжение на зажимах цепи  $U$ , напряжение на катушке  $U_k$ , на конденсаторе  $U_c$ , напряжение на резисторе  $U_R$ , коэффициента мощности  $\cos \varphi$ , угла сдвига фаз  $\varphi$ .

Данные измерений занести в таблицу 1

Таблица 1

Режим работы цепи	$I, \text{ A}$	$U, \text{ B}$	$U_R, \text{ B}$	$U_k, \text{ B}$	$U_c, \text{ B}$	$\cos \varphi$	$\varphi$
-------------------	----------------	----------------	------------------	------------------	------------------	----------------	-----------

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 15/27

С сердечником							
Без сердечника							

5. По данным измерений определить (для каждого замера)

Сопротивление резистора	$R_p$
Индуктивное сопротивление катушки	$X_L$
Индуктивность катушки	$L$
Емкостное сопротивление	$X_C$
Реактивное сопротивление цепи	$X$
Полное сопротивление цепи	$Z$
Активную мощность цепи	$P$
Индуктивную мощность цепи	$Q_L$
Емкостную мощность цепи	$Q_C$
Реактивную мощность цепи	$Q$
Полную мощность цепи	$S$

Данные расчетов свести в таблицу 2

Таблица 2

Режим работы цепи	$R_p$	$X_L$	$L$	$X_C$	$X$	$Z$	$P$	$Q_L$	$Q_C$	$Q$	$S$
С сердечником											
Без сердечника											

6. По данным таблицы 1 построить векторные диаграммы для двух замеров.

*Выводы и предложения:*

В результате проделанной работы сделать вывод о том, что влияет на характер цепи и режимы её работы.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы».
4. Список используемых источников.
5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 16/27

1. Как определить полное сопротивление в цепи «R, L и C»?
2. От чего зависит знак угла сдвига фаз между током и напряжением в цепи «R, L и C»?
3. Построить векторную диаграмму цепи при емкостном характере цепи; при индуктивном характере.
4. Как определяется активная, реактивная и полная мощности?
5. При каком условии в цепи «RLC» возникает резонанс напряжений?
6. Как определить частоту, на которой возникает резонанс? От чего она зависит?
7. Чему равно сопротивление цепи при резонансе и какой характер этого сопротивления?
8. Какой сдвиг по фазе между током и напряжением в цепи «RLC» при резонансе? Покажите это на векторной диаграмме.
9. Почему резонанс в последовательной цепи «RLC» называют резонансом напряжений?
10. Для каких целей и где используется явление резонанса напряжений?

### 1.5 Трехфазные электрические цепи

#### Лабораторное занятие № 5 Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей «звездой»

##### *Цель работы:*

- Формирование компетенций ОК 02
- Закрепление теоретических знаний по темам «Трехфазные электрические цепи», «Электрические измерения».
- Приобретение навыков и умений исследования реальной цепи трехфазного переменного тока при соединении потребителей «звездой», а также проверки соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами.
- Привитие интереса к избранной специальности.

##### *Исходные данные:*

##### Приборы и оборудование:

- |              |       |
|--------------|-------|
| 1. Амперметр | Ц4311 |
| 2. Вольтметр | Э-59  |

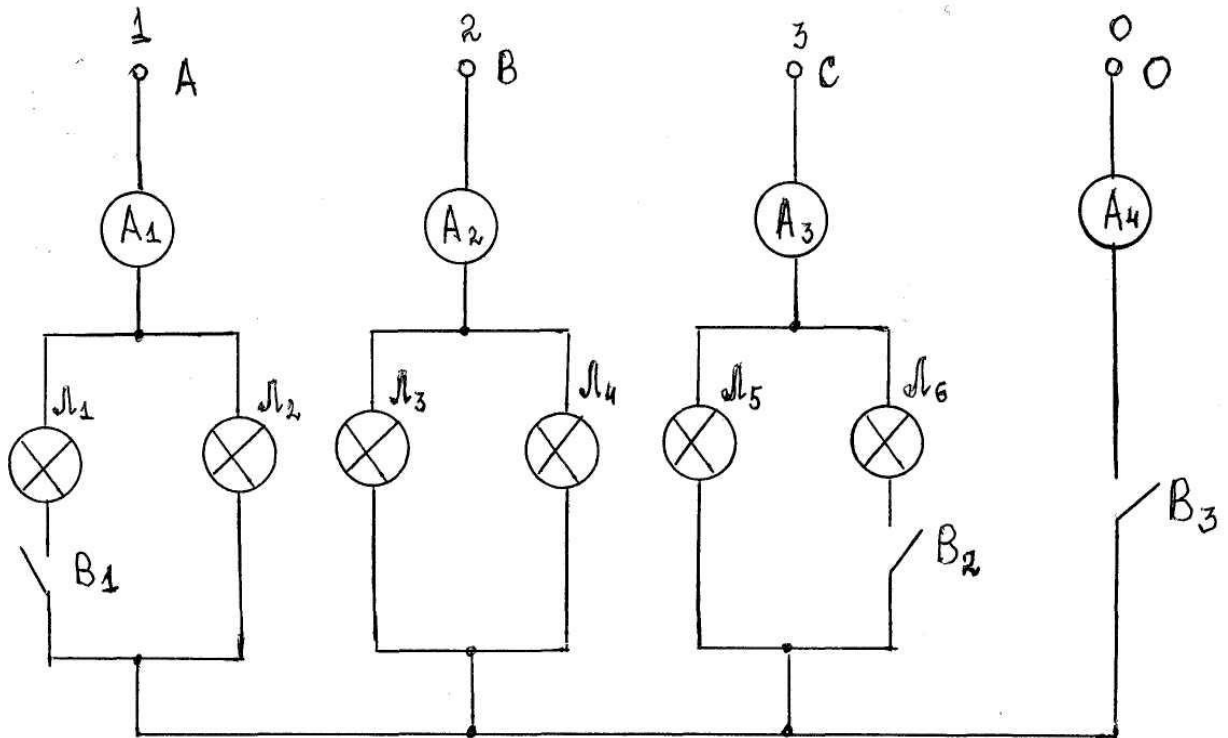


МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 17/27

3. Лампы накаливания      БК 40Вт, 60Вт, 220В

4. Измерительный комплект

Электрическая схема:



*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Собрать исследуемую электрическую цепь.
3. При равномерной нагрузке измерить фазные и линейные напряжения, фазные токи, ток нулевого провода. Отключив нулевой провод, убедиться, что режим работы цепи не изменился.
4. Создать в цепи неравномерную нагрузку, отключив тумблеры B<sub>1</sub> или B<sub>2</sub> (или оба тумблера). При неравномерной нагрузке измерить фазные и линейные напряжения, фазные токи, ток нулевого провода.
5. Отключить нулевой провод с помощью тумблера B<sub>3</sub>. Произвести измерения тех же величин.
6. Данные замеров в п.п.3, 4, 5 занести в таблицу 1

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 19/27

Таблица 1

Порядок замера	U <sub>A</sub>	U <sub>B</sub>	U <sub>C</sub>	U <sub>AB</sub>	U <sub>BC</sub>	U <sub>CA</sub>	I <sub>A</sub>	I <sub>B</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>o</sub>
Равномерная нагрузка										
Неравномерная нагрузка										
Обрыв «О»										

7. По данным таблицы вычислить:

а) Сопротивление фаз приёмника R<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>

б) мощность фаз приемника P<sub>A</sub>, P<sub>B</sub>, P<sub>C</sub>

с) убедиться, что  $U_{л} = \sqrt{3} U_{\phi}$

*Выводы и предложения:*

В результате проделанной работы высказать свои соображения о роли нулевого провода и возможных последствиях его обрыва.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы»
4. Список используемых источников.
5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Что понимается под трехфазной системой ЭДС?
2. Как сдвинуты по фазе напряжения в фазах А, В, С?
3. Какое соединение фаз называется «звездой»?
4. Для каких целей служат линейные провода и нулевой провод?
5. Какое соотношение между линейными и фазными токами, а также линейным и фазным напряжением при соединении «звездой»?

6. Что произойдет в данной цепи, если при неравномерной нагрузке произойдет обрыв нулевого провода?

## 1.6 Электрические измерения

### Лабораторное занятие № 6 Поверка амперметра и вольтметра

*Цель работы:*

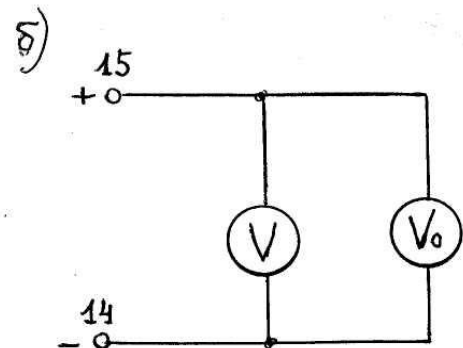
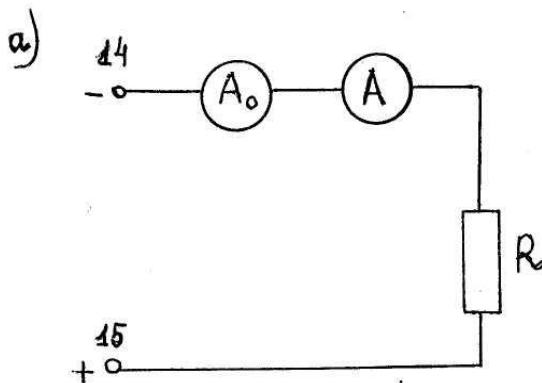
- Формирование компетенций ОК 02
- Закрепление теоретических знаний по теме «Электрические измерения».
- Приобретение навыков и умений производить поверку электроизмерительных приборов, производить расчет абсолютной, относительной и приведенной погрешностей и определять соответствие прибора своему классу точности.
- Привитие интереса к избранной специальности.

*Исходные данные:*

Приборы и оборудование:

1. Амперметр (образцовый)	М 1104	3А	$A_0$
2. Амперметр (поверяемый)	М 367	3А	А кл. точн. 1,5
3. Вольтметр (образцовый)	Э 59	60 В	$V_0$
4. Вольтметр (поверяемый)	М 367	50 В	V кл. точн. 1,5
5. Реостат	РПШ	1000м. 2А	

Электрические схемы:



*Содержание и порядок выполнения работы:*

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 21/27

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Собрать схему, а) для поверки амперметра.
3. Выставляя на поверяемом амперметре значения  $I$  изм. = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 А, снять значения образцового прибора  $I$  действ.
4. По данным замеров определить:  $\Delta I$ ,  $\Delta I_{\max}$ ,  $\Delta I\%$ ,  $Y_{\text{прив}}\%$ .
5. Данные замеров и расчетов занести в таблицу 1

Таблица 1

$I$ изм.	$I$ действ.	$\Delta I$	$\Delta I\%$	$Y_{\text{прив}}\%$
0÷1,2 А				

6. Собрать схему б) для поверки вольтметра
7. Выставляя на поверяемом вольтметре значения  $U$  изм.= 0; 10; 20; 30; 40; 50В., снять значения  $U$  действ.
8. По данным замеров определить  $\Delta U$ ,  $\Delta U\%$ ,  $\Delta U_{\max}$ ,  $Y_{\text{прив}}\%$ .
9. Данные замеров и расчетов занести в таблицу 2

Таблица 2

$U$ изм.	$U$ действ.	$\Delta U$	$\Delta U\%$	$Y_{\text{прив}}\%$
0÷50 В				

- 10 По результатам расчетов построить графики зависимости  $\Delta I = f_1(I_{\text{изм}})$ ;  $\Delta U = f_2(U_{\text{изм}})$ .

#### *Выводы и предложения:*

В результате проделанной работы высказать свои соображения о соответствии поверяемых приборов (амперметра и вольтметра) своему классу точности.

#### *Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы»
4. Список используемых источников.

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 22/27

5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Какое значение измеряемой величины показывает образцовый прибор?

Рабочий прибор?

2. Как определить абсолютную погрешность? Относительную погрешность?

Приведенную погрешность?

3. Какие классы точности имеют электроизмерительные приборы, и что значит класс точности прибора 1,0?

4. Для каких целей проводится поверка приборов и каким путем её производят?

5. Для каких целей используют амперметры, вольтметры, ваттметры?

6. Как включается в схему для измерений амперметр и вольтметр?

## **2.3 Выпрямительные устройства**

### **Лабораторное занятие №7 Исследование схем выпрямления**

*Цель работы:*

- \* Формирование компетенций ОК 02
- \* Закрепление теоретических знаний по темам «Выпрямительные устройства», «Электрические измерения»
- \* Приобретение практических навыков и умений собирать однофазные схемы выпрямления и сравнивать основные показатели этих схем при работе на активную нагрузку.
- \* Привитие интереса к избранной специальности.

*Исходные данные и материалы:*

- лабораторный стенд 87Л-01;
- осциллограф;
- вольтметр переменного тока;
- вольтметр постоянного тока;
- набор короткозамыкателей.

*Содержание и порядок выполнения работы:*

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 23/27

1. Ознакомиться с рабочим местом.
2. Составить схему однополупериодной схемы выпрямления:
  - а) установить напряжение питания выпрямителя  $U_1$ ;
  - б) измерить напряжение  $U_2$ ,  $U_0$ . Определить соотношение между данными напряжениями;
  - в) подключить осциллограф. Зарисовать осциллограмму выходного напряжения  $U_0$ ;
  - г) зарисовать осциллограмму входного напряжения  $U_2$ , для чего подключить осциллограф к вторичной обмотке трансформатора. Сравнить форму входного и выходного напряжений.
3. Собрать схему двухполупериодной схемы выпрямления. Произвести измерения в соответствии с пунктами а), б), в), г) предыдущего задания.
4. Собрать мостовую схему выпрямления. Произвести измерения, аналогичные предыдущим.
5. Результаты измерений свести в таблицу 1.

Таблица 1

Параметр	Схема выпрямления		
	Однополупериодная	Двухполупериодная	Мостовая
$U_2$ , В			
$U_0$ , В			
$U_2 / U_0$			
f- пульсаций			

**Выводы и предложения:**

В результате проделанной работы сделать сравнительную оценку схем выпрямления, оценив их достоинства и недостатки.

**Содержание отчета:**

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Схемы исследуемых выпрямителей
5. Осциллограммы входных и выходных напряжений.
6. Необходимые расчеты, таблица
7. Выводы и предложения.

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 24/27

8. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Показать цепи токопрохождения в исследуемых схемах.
2. Достоинства и недостатки исследуемых схем.
3. Что такое коэффициент пульсаций?
4. Работа, достоинства и недостатки других схем выпрямления.
5. Соотношения частоты пульсаций и частоты питающей сети для различных схем выпрямления.

### **Лабораторное занятие №8 Исследование сглаживающих фильтров**

*Цель работы:*

- \* Формирование компетенций ОК 02
- \* Закрепление теоретических знаний по темам «Выпрямительные устройства», «Электрические измерения».
- \* Приобретение практических умений и навыков составлять схемы сглаживающих фильтров и исследовать влияние параметров фильтров на их сглаживающее действие.
- \* Привитие интереса к избранной специальности.

*Исходные данные и материалы:*

1. Лабораторный стенд 87 Л-01.
2. Конденсаторы 10мкФ, 20мкФ, 50мкФ.
3. Осциллограф.

*Содержание и порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с лабораторным стендом и оборудованием.
2. На панели лабораторного стенда собрать Г – образный RC – фильтр.
3. С помощью осциллографа пронаблюдать и зарисовать осциллограммы напряжений на входе и выходе фильтра.
4. Собрать П – образный RC – фильтр и исследовать его с помощью осциллографа.
5. Произвести исследование работы П – образного RC – фильтра, изменяя его параметры (изменяем емкость конденсаторов  $C_1$ ,  $C_2$  – 10мкФ, 20мкФ, 50мкФ). Для каждого значения ёмкости зарисовать осциллограммы.



МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 25/27

*Выводы и предложения:*

В результате проделанной работы высказать свои соображения о влиянии параметров фильтра на сглаживающие действия, сравнить сглаживающие свойства Г и П – образного фильтров.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы»
4. Список используемых источников.
5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Для каких целей служат сглаживающие фильтры?
2. Назовите различные типы фильтров, их особенности.
3. Составьте Г, П и Т – образные LC и RC – фильтры.
4. Объясните физическую сущность работы L – фильтра, C – фильтра.
5. Как влияет величина ёмкости на сглаживающие действия RC – фильтра?
6. Как определяется коэффициент сглаживания сглаживающего фильтра?

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 26/27

### **Правила техники безопасности при проведении лабораторных работ**

1. Перед выполнением лабораторных занятий курсант должен пройти инструктаж по технике безопасности.
2. Сборка электрических схем должна производиться проводами с исправной изоляцией и оконцевателями.
3. Включение собранных схем в работу производится только после проверки их преподавателем.
4. Касаться руками клемм, открытых токоведущих частей приборов и оборудования запрещается.
5. Все переключения в электрических схемах необходимо производить при отключенном напряжении.
6. Во время выполнения лабораторной работы категорически запрещается хождение по лаборатории.
7. Курсант, заметивший нарушение правил техники безопасности, должен немедленно сообщить об этом преподавателю.
8. Необходимо помнить, что нарушения правил техники безопасности могут привести к поражению электрическим током.
9. После окончания работы электрическая схема должна быть обесточена, то есть должно быть отключено питание, рабочее место убрано, дополнительные приборы и провода сданы.

МО-26 02 03-ОП.03.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	С. 27/27

## Используемые источники литературы

### Основные источники:

1. Белов О.А. Электротехника и электроника на судах рыбопромыслового флота: учебное пособие / О.А. Белов, А.И., Парфенкин. – Москва, МОРКНИГА, 2019.
2. Мартынова И.О. Электротехника (Текст): учебник для среднего профессионального образования / И.О. Мартынова. – М. КНОРУС, 2019.
3. Галицкий А.Н., Витченко Н.П. Электронная техника .- Нижний Новгород: Вектор Т и С, 2018.
4. Аполлонский С.М. Электротехника: учебник. - Москва : Издательство КНОРУС, 2018.

Алиев И.И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы (текст), учебное пособие для среднего профессионального образования / И.И. Алиев.- Москва, Юрайт, 2022.

### Дополнительные источники:

1. Гальперин М.В. «Электротехника и электроника». М., Форум, 2010
2. Алиев И.И. «Справочник по электротехнике и электрооборудованию». Ростов-на-Дону, Феникс, 2003
3. «Промышленные аккумуляторы». Каталог Р. Int. 1998 г. Интернет, [www.power.ru](http://www.power.ru)
4. Белов В.Н., Писарев В.А. «Электропитание судовых радиоустройств». М., Транспорт, 1998.
5. Березкина Т.Ф., Гусев Н.Г., Масленников В.В. «Задачник по общей электротехнике с основами электроники». М., Высшая школа, 2003
6. Ярочкина Г.В., Володарская А.А. «Электротехника. Рабочая тетрадь», М., Академия, 2009
7. Данилов И.А., Иванов П.М. «Общая электротехника с основами электроники». М., Высшая школа, 2004.