

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Электротехника»

Ж У Р Н А Л

лабораторных работ

для студентов заочной формы обучения

Часть I

Студент группы _____

(Фамилия, имя, отчество)

Гомель 2008

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К выполнению лабораторных работ в учебных лабораториях кафедры «Электротехника» допускаются лица, прошедшие инструктаж по охране труда и ознакомившиеся с мерами безопасности при выполнении лабораторных работ. Приборы и оборудование должны содержаться в исправном состоянии, сохранности и чистоте. Студенты должны немедленно сообщать преподавателю о замеченных неисправностях и нарушениях правил техники безопасности и пожарной безопасности.

Лица, нарушающие требования настоящей инструкции и требования безопасности при выполнении лабораторных работ, отстраняются от выполнения работ и привлекаются к ответственности в соответствии с правилами внутреннего распорядка БелГУТа.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

Перед началом выполнения лабораторных работ студенты должны ознакомиться с методическими указаниями, порядком выполнения работ и мерами безопасности, а так же необходимо непосредственно осмотреть своё рабочее место. Результаты осмотра и проверки состояния оборудования и приборов доложить преподавателю.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ

Включение приборов и экспериментальных установок производится **только после проверки преподавателем (лаборантом)** правильности сборки и подключения их к сети. Переключатели приборов при измерениях должны находиться в положениях, соответствующих режимам измерений.

Не допускается проходить к рабочим местам, где выполняются другие работы, ходить по лаборатории и оставлять без наблюдения свое рабочее место.

При работе с цепями переменного тока, содержащими катушки индуктивности и конденсаторы, следует соблюдать особую осторожность, так как на них могут возникать значительные перенапряжения.

Перед пуском электрических машин следует убедиться в том, что никто из присутствующих не касается их частей и сделать предупреждение о предстоящем включении машины. Запрещается близко наклоняться к вращающейся электрической машине, а также тормозить ее, если даже она отключена и вращается по инерции. Нарушение этого требования может привести к захватыванию одежды, волос и повлечь тяжелый несчастный случай.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОКОНЧАНИЮ РАБОТ

По окончании лабораторных работ необходимо отключить приборы и лабораторное оборудование от электрической сети. Привести в порядок свое рабочее место и доложить об этом преподавателю, и сообщить о недостатках, обнаруженных при выполнении работ.

Обязуюсь следовать данным требованиям _____

(подпись)

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1 Цель работы: _____

2 Схема исследования

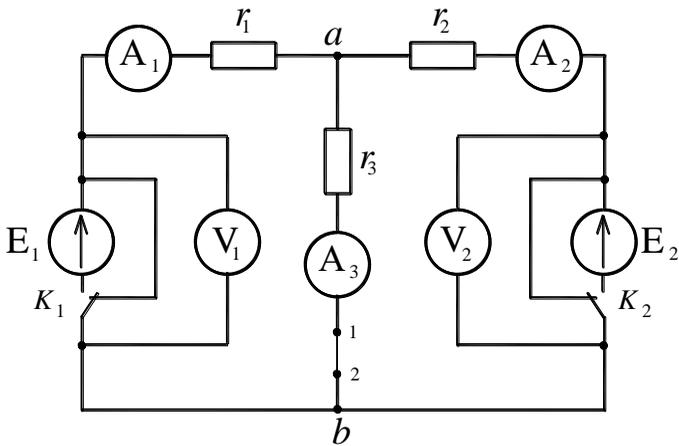


Рисунок 1 – Схема сложной цепи

3 Таблицы измерений и вычислений

Таблица 1.1 – Исходные данные ЭДС и сопротивлений

Исходные данные				
E_1 , В	E_2 , В	r_1 , Ом	r_2 , Ом	r_3 , Ом

Таблица 1.2 – Измеренные и вычисленные значения токов

Режим исследования	Измерено		
	I_1, A	I_2, A	I_3, A
Включены ЭДС E_1 и E_2			
Включена ЭДС E_1			
Включена ЭДС E_2			
Токи полученные после расчётов			
Включены ЭДС E_1 и E_2			

4 Расчёт токов по методу, который задан преподавателем

5 Выводы по работе _____

Дата

Подпись студента

Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ И КОНДЕНСАТОРА

1 Цель работы: _____

2 Схема исследования

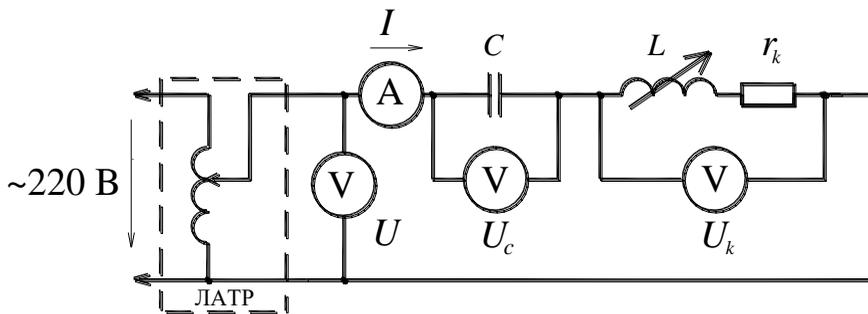


Рисунок 2 — Схема соединения катушки индуктивности и конденсатора

3 Таблица измерений

Таблица 2.1 — Измеренные значения тока и напряжений

Номер опыта	Измерено			
	I, A	U, B	U_k, B	U_c, B
1				
2				
3				
4 (резонанс)				
5				
6				
7				

Максимальный ток при резонансе $I_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$ А.

4 Расчёт параметров цепи

Детально расчёт параметров цепи выполнить для одного опыта, указанного преподавателем. Результаты вычислений для всех опытов отразить в таблице 2.2.

Полное сопротивление цепи

$$z = \frac{U}{I} =$$

Активное сопротивление цепи

$$r_k = \frac{U}{I_{\max}} =$$

Ёмкостное сопротивление конденсатора

$$X_C = \frac{U_C}{I} =$$

Падения напряжения на катушке

активное

$$U_r = r_k I =$$

Коэффициент мощности всей цепи

$$\cos \varphi = \frac{r_k}{z} =$$

Реактивная мощность всей цепи

$$Q = UI \sin \varphi =$$

Полное сопротивление катушки

$$z_k = \frac{U_k}{I} =$$

Индуктивное сопротивление катушки

$$X_L = \sqrt{z_k^2 - r_k^2} =$$

Индуктивность

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} =$$

индуктивное

$$U_L = x_L I =$$

Активная мощность всей цепи

$$P = UI \cos \varphi =$$

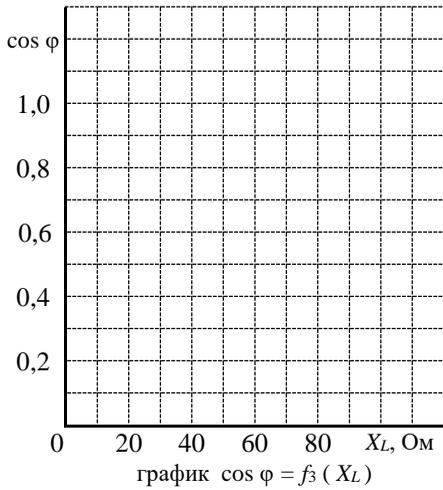
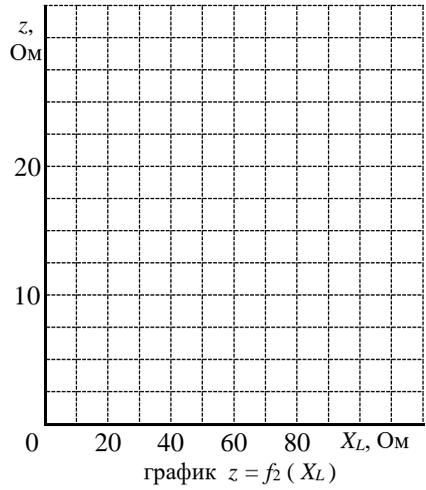
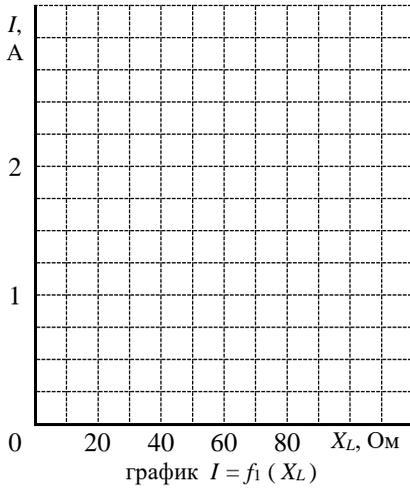
Полная мощность всей цепи

$$S = UI =$$

Таблица 2.2 – Значения расчётных параметров схемы

№ опыта	Вычислено (при $C =$ мкФ)											
	z	z_k	r_k	X_L	X_C	U_r	U_L	$\cos \varphi$	L	P	Q	S
	Ом					В		—	мГн	Вт	вар	В·А
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												

5 Графики и векторные диаграммы



векторная диаграмма $X_L > X_C$

векторная диаграмма $X_L < X_C$

векторная диаграмма $X_L = X_C$

б Выводы по работе _____

Дата

Подпись студента

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХФАЗНОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
ПРИ СОЕДИНЕНИИ НАГРУЗКИ ПО СХЕМЕ «ЗВЕЗДА»**

1 Цель работы: _____

2 Схема исследования

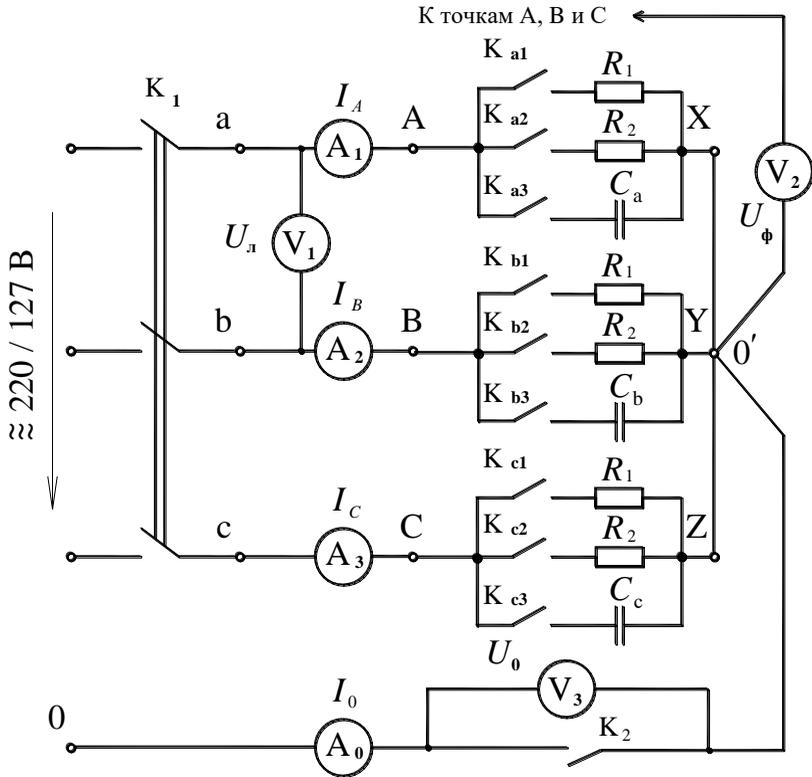


Рисунок 3 — Схема соединения нагрузки по схеме «звезда»

3 Таблицы измерений и вычислений

Таблица 3.1 – Измеренные значения напряжений и токов

№ опыта	Режим нагрузки фаз и вид цепи	Измерено								
		U_L	U_A	U_B	U_C	U_0	I_A	I_B	I_C	I_0
		В				А				
1	Равномерная нагрузка без нейтрального провода									
2	То же с нейтральным проводом									
3	Неравномерная нагрузка без нейтрального провода									
4	То же с нейтральным проводом									
5	Отключение одной фазы при одинаковой нагрузке двух других без нейтрального провода									
6	То же с нейтральным проводом									

Расчёт параметров цепи

Полные сопротивления фаз

$$\underline{z} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} - j\omega C} \quad \underline{z}_a =$$

$$\underline{z}_b =$$

$$\omega = 2\pi f =$$

$$\underline{z}_c =$$

Полные проводимости фаз

$$\underline{y} = \frac{1}{\underline{z}} \quad \underline{y}_a = \quad \underline{y}_b = \quad \underline{y}_c =$$

Напряжение смещения нейтрали (привести расчёт для третьего и пятого опытов)

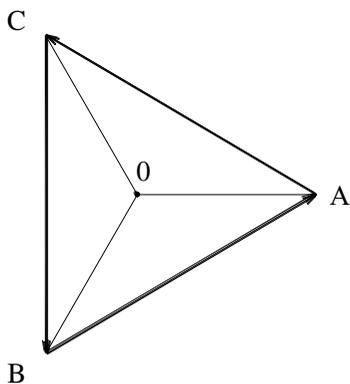
$$\underline{U}_0 = \frac{\underline{U}_A \underline{y}_a + \underline{U}_B \underline{y}_b + \underline{U}_C \underline{y}_c}{\underline{y}_a + \underline{y}_b + \underline{y}_c} =$$

$$\underline{U}_0 = \frac{\underline{U}_A y_a + \underline{U}_B y_b + \underline{U}_C y_c}{\underline{y}_a + \underline{y}_b + \underline{y}_c} =$$

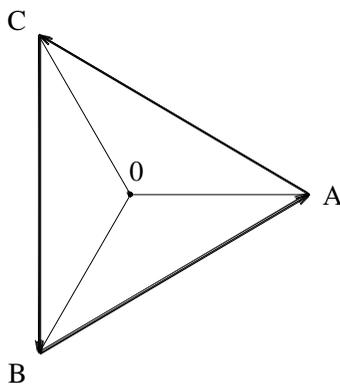
Таблица 3.2 – Рассчитанные значения параметров цепи

Режим нагрузки фаз и вид цепи	Вычислено						
	z_a	z_b	z_c	y_a	y_b	y_c	U_0
	Ом			См			В
Равномерная нагрузка без нейтрального провода							
То же с нейтральным проводом							
Неравномерная нагрузка без нейтрального провода							
То же с нейтральным проводом							
Отключение одной фазы при одинаковой нагрузке двух других без нейтрального провода							
То же с нейтральным проводом							

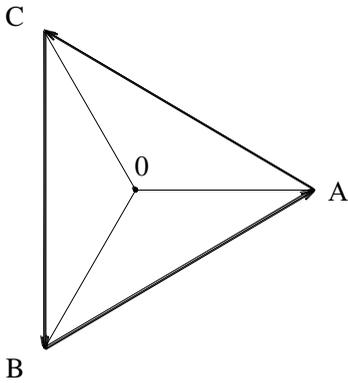
4 Построение векторных диаграмм



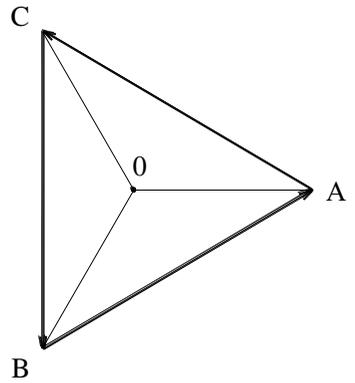
Равномерная нагрузка
без нейтрального провода



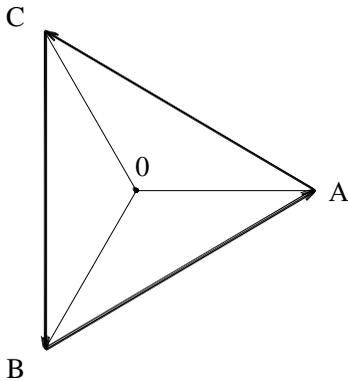
Равномерная нагрузка
с нейтральным проводом



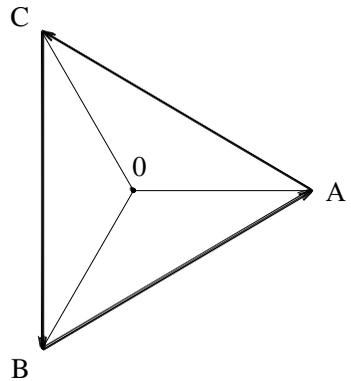
Неравномерная нагрузка без нейтрального провода



Неравномерная нагрузка с нейтральным проводом



Отключение одной фазы при одинаковой нагрузке двух других без нейтрального провода



Отключение одной фазы при одинаковой нагрузке двух других с нейтральным проводом

6 Выводы по работе _____

Дата

Подпись студента

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

1 Цель работы: _____

Номинальные параметры исследуемого трансформатора:

$$S_H = \text{--- В} \cdot \text{А}, U_{1H} = \text{--- В}, U_{2H} = \text{--- В}, I_{1H} = \frac{S_H}{U_{1H}} = \text{--- А}, I_{2H} = \frac{S_H}{U_{2H}} = \text{--- А}$$

2 Схемы исследования трансформатора

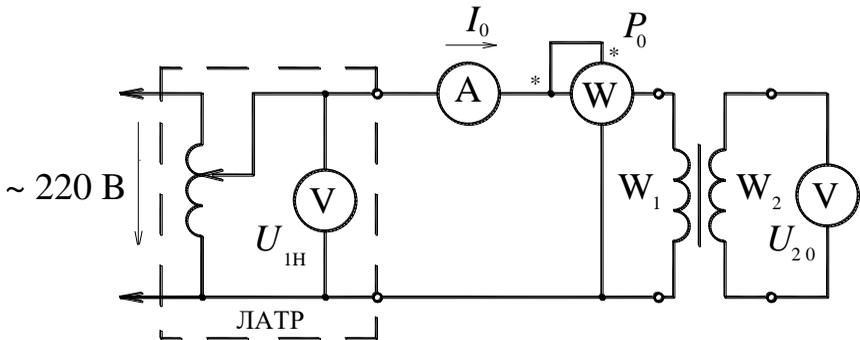


Рисунок 4 — Схема опыта холостого хода

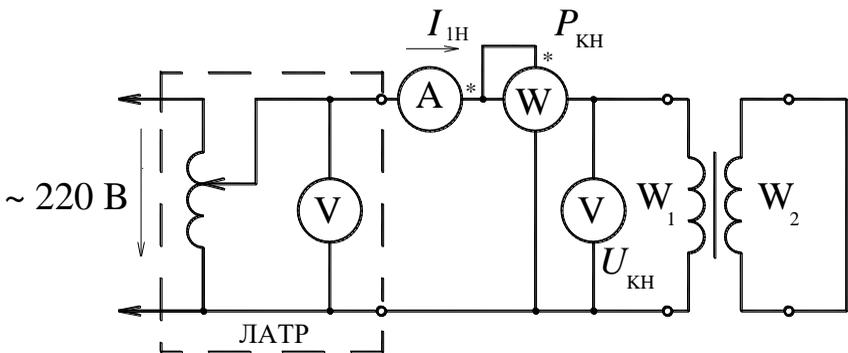


Рисунок 5 — Схема опыта короткого замыкания

3 Таблицы измерений и вычислений

Таблица 4.1 – Опыт холостого хода

Измерено				Вычислено			
$U_{1H}, В$	$U_{20}, В$	$P_0, Вт$	$I_0, А$	k	$r_0, Ом$	$z_0, Ом$	$x_0, Ом$

Таблица 4.2 – Опыт короткого замыкания

Измерено			Вычислено							
$U_{KH}, В$	$P_{KH}, Вт$	$I_{1H}, А$	$u_K, \%$	z_K	r_K	x_K	r'_2	x_1	x'_2	
				Ом						

4 Расчёт параметров трансформатора

Детально расчёт параметров трансформатора выполнить для одного из коэффициентов нагрузки, заданного преподавателем, и при $\cos \varphi = 1$. Результаты вычислений для всех опытов отразить в таблицы 4.1, 4.2. и 4.3.

Коэффициент трансформации

$$k = \frac{U_{1H}}{U_{20}}$$

Активное сопротивление холостого хода

$$r_0 = \frac{P_0}{I_0^2}$$

Полное сопротивление холостого хода

$$z_0 = \frac{U_{1H}}{I_0}$$

Реактивное сопротивление холостого хода

$$x_0 = \sqrt{z_0^2 - r_0^2}$$

Процентное значение напряжения короткого замыкания

$$u_K \% = \frac{U_{KH}}{U_{1H}} 100\% =$$

Полное сопротивление короткого замыкания

$$z_K = \frac{U_{KH}}{I_{1H}} =$$

Активное сопротивление короткого замыкания

$$r_K = \frac{P_{KH}}{I_{1H}^2} =$$

Реактивное сопротивление короткого замыкания

$$x_K = \sqrt{z_K^2 - r_K^2} =$$

Активное сопротивление первичной обмотки

$$r_1 = \frac{r_K}{2} =$$

Индуктивное сопротивление первичной обмотки

$$x_1 = \frac{x_K}{2} =$$

Приведённое активное сопротивление вторичной обмотки

$$r_2' = \frac{r_K}{2} =$$

Номинальный ток на вторичной обмотке трансформатора

$$I_{2H} = \frac{S_H}{U_{2H}} =$$

Процентное значение реактивной составляющей напряжения короткого замыкания

$$u_p \% = \frac{I_{1H} x_K}{U_{1H}} 100\% =$$

Активная мощность первичной обмотки

$$P_1 = \beta S_H \cos \varphi + P_0 + \beta^2 P_{KH} =$$

Активная мощность вторичной обмотки

$$P_2 = \beta S_H \cos \varphi =$$

Приведённое индуктивное сопротивление вторичной обмотки

$$x_2' = \frac{x_K}{2} =$$

Напряжение на зажимах вторичной обмотки

$$U_2 = U_{1H} \left(1 - \frac{\Delta u \%}{100} \right) \frac{1}{k} =$$

Процентное значение активной составляющей напряжения короткого замыкания

$$u_a \% = \frac{I_{1H} r_K}{U_{1H}} 100\% =$$

Процентное изменение напряжения

$$\Delta u = \beta (u_a \cos \varphi + u_p \sin \varphi) =$$

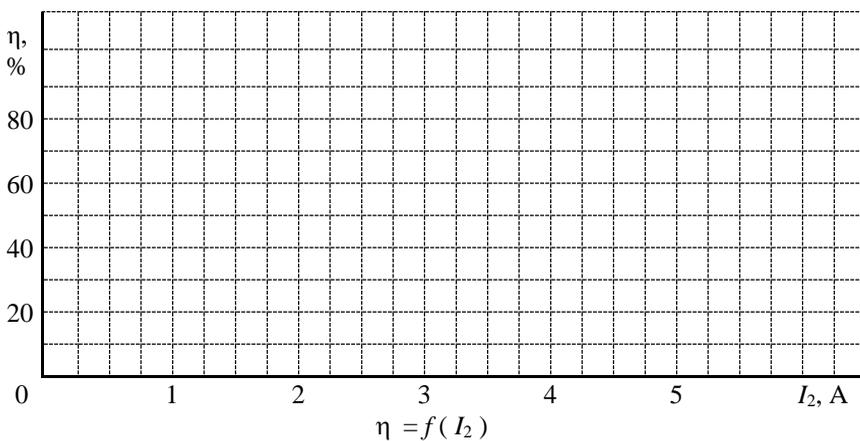
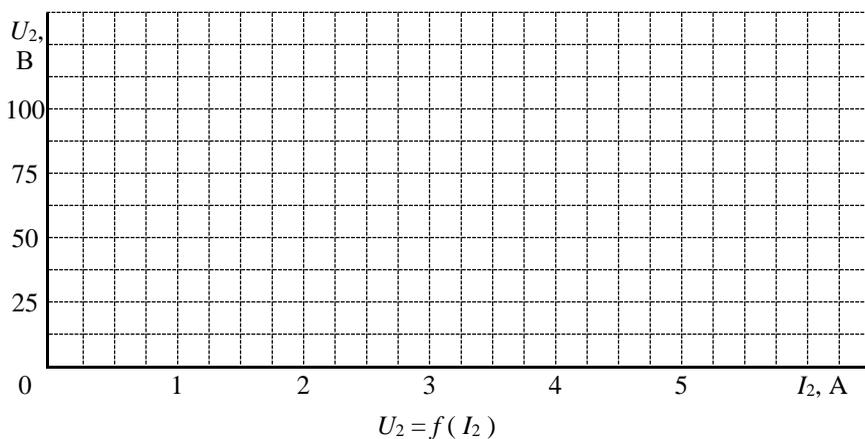
Коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} 100\% =$$

Таблица 4.3 – Определение параметров трансформатора при различных коэффициентах нагрузки и $\cos \varphi = 1$

№ П/П	β	$I_2 = \beta I_{2H}$, А	U_2 , В	Δu_a , %	Δu_p , %	Δu , %	$P_0 + \beta^2 P_{KH}$, Вт	P_1 , Вт	P_2 , Вт	η , %
1	0									
2	0,25									
3	0,50									
4	0,75									
5	1,00									
6	1,25									

5 Построение характеристик



6 Выводы по работе _____

Дата

Подпись студента

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЁХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

1 Цель работы: _____

2 Схема исследования

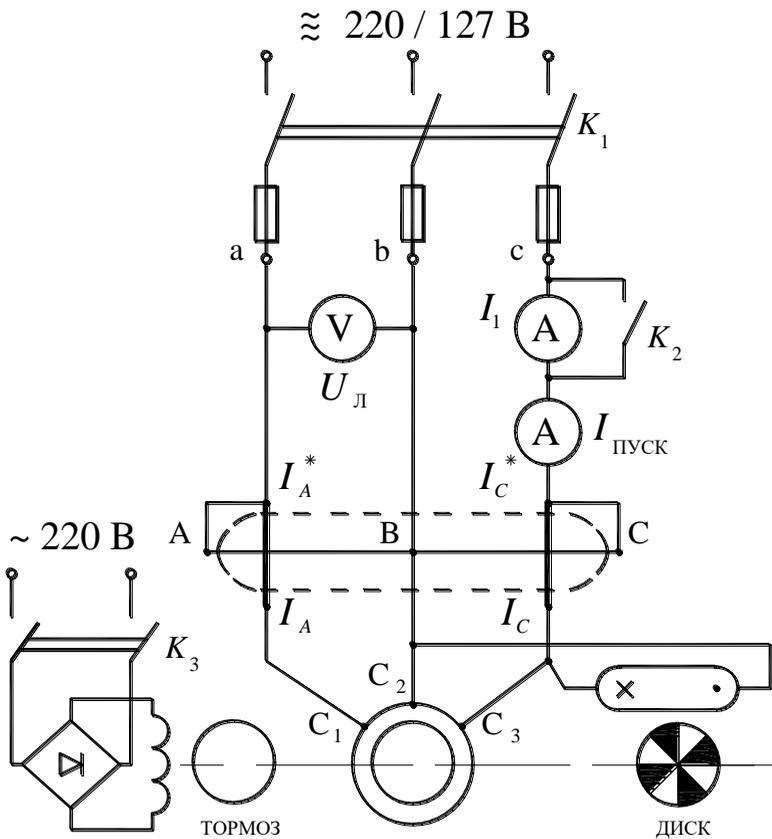


Рисунок 6 — Схема испытания асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

3 Таблица измерений

Таблица 5.1 – Измеренные значения

Номер опыта	Измерено					
	$M_2, \text{Н}\cdot\text{м}$	$P_1, \text{Вт}$	$I_1, \text{А}$	$U_{\text{л}}, \text{В}$	$N, \text{об}$	$t, \text{с}$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

$$I_{\text{пуск}} = \text{_____ А}$$

$$n_1 = \text{_____ об/мин}$$

4 Расчёт параметров асинхронного двигателя

Детально расчёт параметров двигателя выполнить для одного опыта, указанного преподавателем. Результаты вычислений для всех опытов отразить в таблице 5.2.

Частота скольжения

$$n_s = \frac{N}{t} 60 =$$

Частота вращения ротора двигателя

$$n_2 = n_1 - n_s =$$

Скольжение

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} =$$

Мощность на валу двигателя

$$P_2 = \frac{2\pi}{60} M_2 n_2 =$$

Коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{\sqrt{3} U_{\text{л}} I_1} =$$

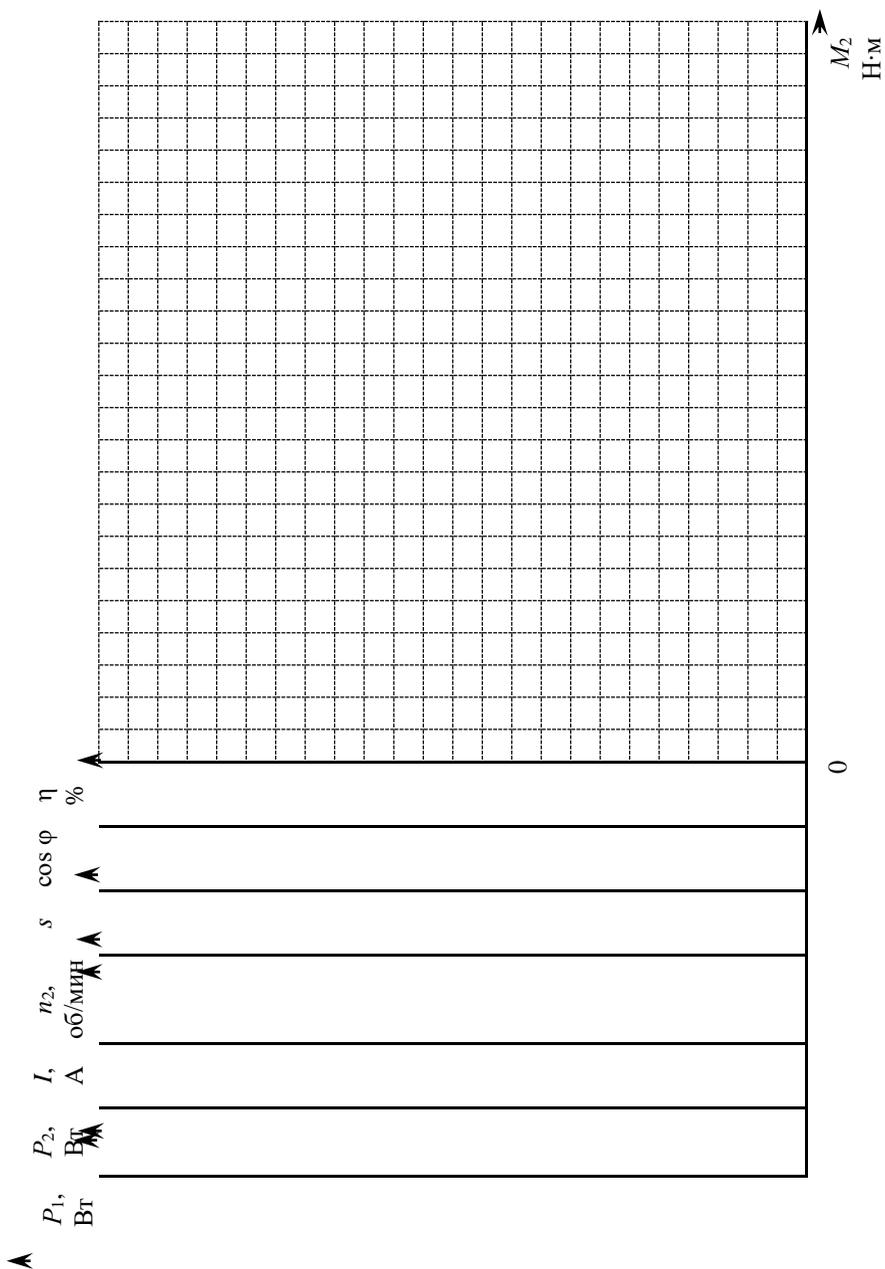
Коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} 100\% =$$

Таблица 5.2 – Вычисленные значения

Номер измерения	Вычислено					
	$n_s, \text{об/мин}$	$n_2, \text{об/мин}$	s	$P_2, \text{Вт}$	$\cos \varphi$	$\eta, \%$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

5 Построение электромеханических характеристик



6 Выводы по работе _____

Дата

Подпись студента

Список рекомендуемой литературы

- 1 Электротехника / под ред. В. Г. Герасимова. — М.: Высшая школа, 1985. — 480 с.
- 2 Общая электротехника / под ред. А. Г. Блажкина. — Л.: Энергоавтомиздат, 1986. — 592 с.
- 3 Электротехника: учеб. для вузов / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. — 6-е изд. перераб. — М.: Высшая школа, 2000. — 542 с.
- 4 Китунович, Ф. Г. Электротехника : учеб. для вузов 4-е изд. / Ф. Г. Китунович. — Мн.: Высшая школа, 1999. — 400 с.
- 5 Электротехника и основы электроники: Лабораторный практикум для студентов неэлектротехнических специальностей. В 2 Ч. Ч. I / В. Г. Черномашенцев, С. В. Типикин, В. В. Волынец; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. — 2-е изд., перераб. и доп.— Гомель : БелГУТ, 2007. — 44 с.

О д о б р е н о: зав. кафедрой «Электротехника» канд. техн. наук, доцент
В. А. Пацкевич (УО «БелГУТ»).

Журнал составил ассистент
М. В. Ломонос

СОДЕРЖАНИЕ

1 Лабораторная работа №1.....	3
2 Лабораторная работа №2.....	6
3 Лабораторная работа №3.....	10
4 Лабораторная работа №4.....	14
5 Лабораторная работа №5.....	18
Список рекомендуемой литературы.....	22

