

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО ДГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

Кафедра «Электроэнергетика и электротехника»

М.А. Юндин, А.М. Королев, В.В. Головинов, А.П. Мартынов

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Учебно-методическое пособие

Зерноград – 2022

© Юндин М.А., Королев А.М.,
Головинов В.В., Мартынов А.П., 2022
© Азово-Черноморский
инженерный институт ФГБОУ ВО
Донской ГАУ, 2022

Об издании – [1,2](#)
[Содержание](#)

УДК 621.31:631(075.8)

*Публикуется по решению методического совета
энергетического факультета
Азово-Черноморского инженерного института – филиала
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донской государственный аграрный университет»
в г. Зернограде*

Рецензенты:

к.т.н., доцент кафедры ЭЭО и ЭМ В.Н. Беленов.

Юндин, М.А. Электроснабжение [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / М.А. Юндин, А.М. Королев, В.В. Головинов, А.П. Мартынов. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2022. – 46 с. – Режим доступа: Локальная сеть Библиотеки Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Учебно-методическое пособие содержит необходимые сведения для подготовки и проведения лабораторных работ по дисциплине, а также краткие указания для самостоятельного усвоения студентами материалов курса.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов бакалавриата энергетического факультета, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Электрооборудование и электротехнологии».

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры электроэнергетики и электротехники
Протокол № 5 от 24.12.2021 г.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией энергетического факультета
Протокол № 4 от 24.02.2022 г.

© Юндин М.А., Королев А.М.,
Головинов В.В., Мартынов А.П., 2022
© Азово-Черноморский инженерный
институт – филиал ФГБОУ ВО
Донской ГАУ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<u>Лабораторная работа № 1</u>	
<u>Исследование режима напряжения сельской радиальной сети</u> <u>и выбор надбавок у трансформатора</u>	4
<u>Лабораторная работа № 2</u>	
<u>Трансформаторы напряжения. Режимы работы сети</u> <u>с изолированной нейтралью</u>	10
<u>Лабораторная работа № 3</u>	
<u>Регулирование напряжения в электрической сети при помощи</u> <u>статических конденсаторов</u>	16
<u>Лабораторная работа № 4</u>	
<u>Разрядники и предохранители</u>	20
<u>Лабораторная работа № 5</u>	
<u>Выключатели нагрузки, разъединители, короткозамыкатели,</u> <u>отделители и их приводы</u>	22
<u>Лабораторная работа № 6</u>	
<u>Масляные выключатели на напряжение 10 и 35 кВ и их</u> <u>приводы</u>	25
<u>Лабораторная работа № 7</u>	
<u>Трансформаторные подстанции сельскохозяйственного</u> <u>назначения</u>	29
<u>Лабораторная работа № 8</u>	
<u>Защита воздушных линий 0,38 кВ типа ЗТИ-0,4</u>	31
<u>Лабораторная работа № 9</u>	
<u>Изучение схем соединения трансформаторов тока</u> <u>и реле в схемах релейной защиты</u>	36
<u>Лабораторная работа № 10</u>	
<u>Исследование токовых защит сельских электрических сетей</u> <u>с зависимой от тока выдержкой времени</u>	42

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА НАПРЯЖЕНИЯ СЕЛЬСКОЙ РАДИАЛЬНОЙ СЕТИ И ВЫБОР НАДБАВОК У ТРАНСФОРМАТОРОВ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Экспериментально определить потери напряжения в сети, отклонение напряжения у потребителей, составить таблицу и диаграммы отклонений напряжения и выбрать оптимальные надбавки у силовых трансформаторов 10/0,4 кВ.

2 ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1 Изучить режимы напряжения сельской радиальной сети.

2.2 Изучить способы регулирования напряжения в сельских электрических сетях.

2.3 Изучить причины потерь напряжения на участках сети, определить отклонения напряжения у потребителей, выбрать оптимальные, с точки зрения уровня напряжения у потребителей, надбавки для трансформаторов 10/0,4 кВ.

3 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1 Самостоятельно изучить общие сведения по теме: "Исследование режима напряжения сельской электрической сети".

3.2 Подготовить таблицы 1.1 и 1.2 для внесения результатов измерений напряжения в различных точках электрической сети.

3.3 Разобраться со схемой электроснабжения сельскохозяйственного района по рисунку 1.

3.4 Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 Ознакомиться с моделью электрической сети, представленной на лабораторном стенде. При этом обратить внимание, что номинальные напряжения по отношению к реальной сети уменьшены в 100 раз, т.е. вместо 10 и 0,4 кВ используются номинальные напряжения 100 и 4 В. Напряжения, измеренные относительно общей точки, считаются равными линейным.

4.2 Для заданного преподавателем режима регулирования напряжения на шинах 10 кВ выбрать регулируемые надбавки у трансформаторов Т2 и Т6. Надбавки выбираются таким образом, чтобы они обеспечивали нормируемые ГОСТ Р 32144–2013 значения отклонений напряжения в точках «а» и «б» низко-вольтных сетей для двух предельных режимов нагрузки: минимальном $P_{\min}=25\%$ и максимальном $P_{\max}=100\%$. Значения надбавок занести в таблицу отклонений напряжения (таблица 1.2) и выставить на модели сети. Напряжения на шинах 10 кВ модели сети, соответствующие заданному преподавателем режиму регулирования, устанавливаются при помощи ЛАТРа для каждого режима нагрузки. Режим нагрузки изменяется при помощи переключателя, выведенного на лицевую панель стенда.

4.3 Не изменяя выбранных надбавок, измерить напряжения во всех контрольных точках сети в режимах максимальных и минимальных нагрузок. При помощи ЛАТРа на шинах 10 кВ модели сети поддерживается заданный преподавателем режим регулирования напряжения. Результаты измерений занести в таблицу 1.1.

4.4 По результатам измерений п.4.3 рассчитать потери напряжения на участках сети $\Delta U_{2-3}\%$; $\Delta U_{3-4}\%$; $\Delta U_{4-5}\%$; $\Delta U_{5-6}\%$, $\Delta U_{a-б}$ (Т2) %; $\Delta U_{a-б}$ (Т6)%, а также потери напряжения в трансформаторах Т2 и Т6 по формуле

$$\Delta U_{\text{тр}} \% = \frac{U_1 - 25U_2 + \Delta U_{\text{над}}}{U_{\text{н}}} \cdot 100\%,$$

где U_1 – напряжение на первичной обмотке трансформатора, В;

U_2 – напряжение на вторичной обмотке трансформатора, В;

$\Delta U_{\text{над}}$ – сумма значений нерегулируемой и регулируемой надбавок трансформатора, В;

$U_{\text{н}}$ – номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора,

$U_{\text{н}} = 100$ В.

Значения потерь рассчитываются для двух режимов нагрузки $P_{\min}=25\%$ и $P_{\max}=100\%$.

4.5 На основании данных таблицы 1.1 заполнить таблицу 1.2 отклонений напряжения. В графу "**шины 10 кВ**" заносятся отклонения напряжения (в процентах от номинального) на шинах 10 кВ, соответствующие проведенному опыту и заданному преподавателем режиму регулирования. В графу "**линия 10 кВ по участкам**" заносятся потери напряжения (в процентах от номинального) на шинах 10 кВ, соответствующие проведенному опыту и заданному преподавателем режиму регулирования. В графу "**линия 10 кВ по участкам**" заносятся потери напряжения (в процентах от номинального) на соответствующих участках сети 10 кВ. Потери в трансформаторе определяются по формуле, приведенной в п.4.4.

В графу "**линия 0,38 кВ**" заносятся потери напряжения в линии 0,38 кВ (в процентах от номинального напряжения) от точки "а" до точки "б". В гра-

фу "потребитель" заносится значение отклонения напряжения (в % от номинального) в точке "б" низковольтной сети данного трансформаторного пункта.

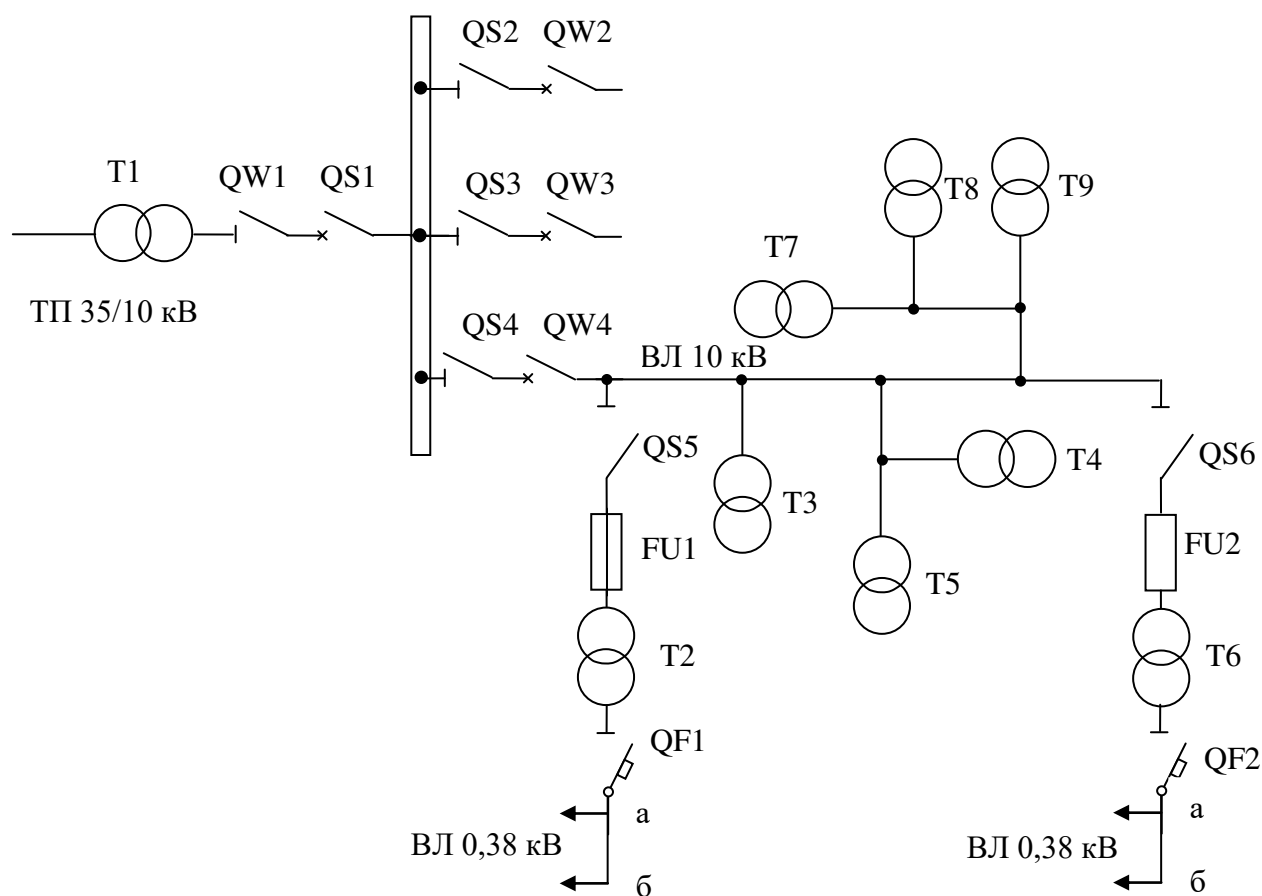


Рисунок 1.1 – Схема радиальной электрической сети

4.6 В соответствии с данными таблицы 1.2 построить диаграмму отклонений и потерь напряжения сети для трансформаторов Т2 и Т6 в при максимальных и минимальных нагрузках. На рисунке 1.2 для примера показана диаграмма отклонений напряжений в сети трансформатора Т6 при режиме встречного регулирования на шинах 10 кВ. Уровень оси абсцисс соответствует номинальному напряжению, по ней условно откладываются вправо участки сети 10 кВ, 0,38 кВ и трансформатор. По оси ординат откладываются уровни напряжений в процентах.

4.7 Для заданного преподавателем ТП определить допустимую потерю в сети 0,38 кВ используя данные таблицы отклонений, и рассчитать потерю напряжения в трансформаторе по заданным преподавателем параметрам нагрузки S_{\max} и $\cos \varphi$ и техническим характеристикам трансформатора – $S_{\text{н}}$, $\Delta P_{\text{кз}}$, $U_{\text{к}}\%$.

Таблица 1.1 – Результаты измерений напряжений

Место измерений	Напряжение в точке, В			
	Для удаленного ТП6 при нагрузке		Для ближайшего ТП2 при нагрузке	
	100%	25%	100%	25%
Точка 2				
Точка 3				
Точка 4				
Точка 5				
Точка 6				
Точка «а» на низковольтной сети 0,38 кВ				
Точка «б» на низковольтной сети 0,38 кВ				

Таблица 1.2 – Таблица отклонений напряжения

Элементы сети		Отклонения и потери напряжения на элементах сети, %				
		Наиболее удаленного ТП6 при нагрузке		Ближайшего ТП2 при нагрузке		
		100%	25%	100%	25%	
Шины 10 кВ						
Потери напряжения в линии 10 кВ	2–3					
	3–4					
	4–5					
	5–6					
ТП 10/0,4 кВ	Надбавки	Нерегулируемая	+5	+5	+5	+5
		Регулируемая				
	Потери					
Потери в линии 0,38 кВ						
Напряжение у потребителя						
Предельно допустимые отклонения		-10	+10	-10	+10	

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет о проделанной работе следует включить:

- 5.1 Электрическую схему исследуемой сети.
- 5.2 Таблицу 1.1 с результатами замеров.
- 5.3 Таблицу 1.2 отклонений напряжений.
- 5.4 Диаграммы отклонений напряжения для Т2 и Т6 в двух режимах нагрузки.
- 5.5 Методику и результаты расчета допустимых потерь напряжения в сети 0,38 кВ.
- 5.6 Краткие ответы на контрольные вопросы.

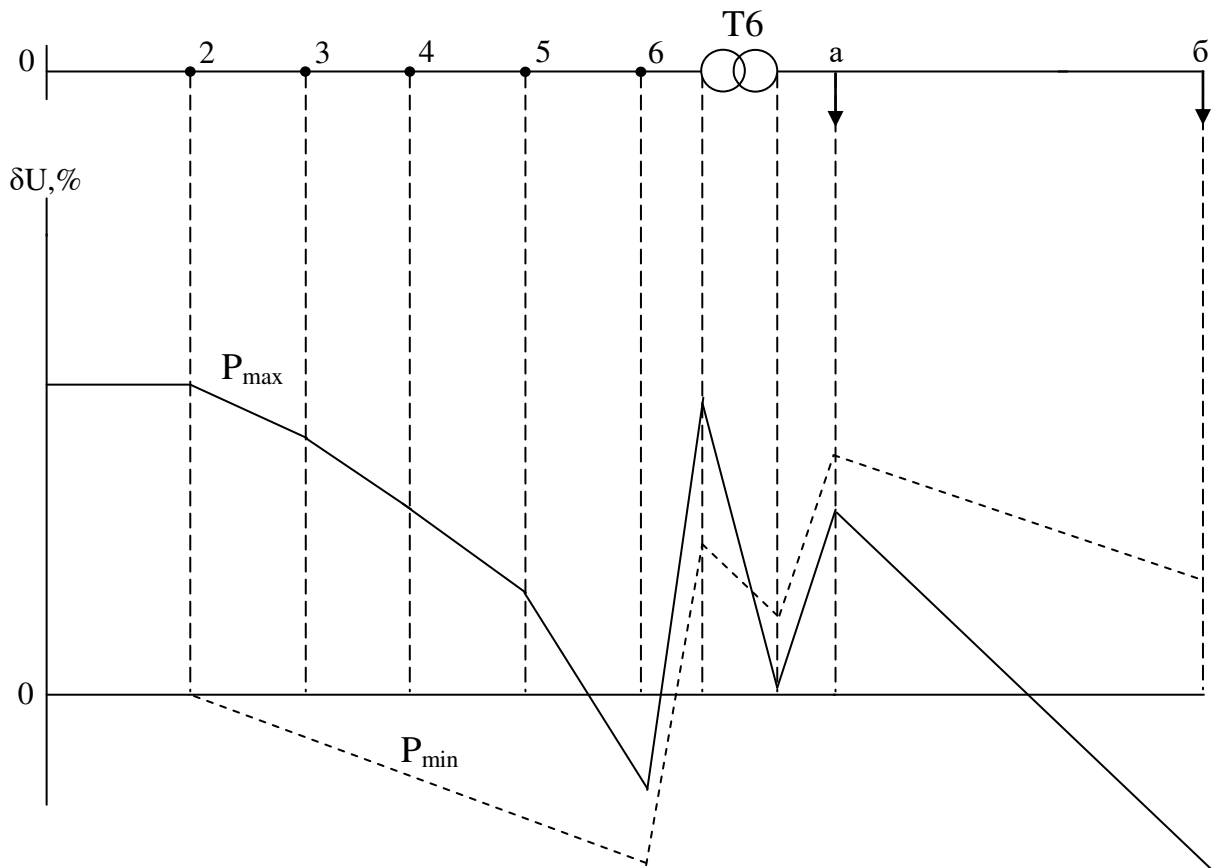


Рисунок 1.2 – Пример диаграммы отклонений напряжений

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1 Для чего применяется регулирование напряжения?

6.2 Какие средства регулирования напряжения применяются в сельских электрических сетях?

6.3 Назвать допустимые пределы отклонений напряжения в сельских электрических сетях?

6.4 Чем отличаются понятия “колебание напряжения” от “отклонения напряжения”?

6.5 Как влияет отклонение напряжения на работу:

- ламп накаливания;
- люминисцентных ламп;
- асинхронных электродвигателей?

6.6 Написать формулу для вычисления потери напряжения в процентах от номинального напряжения сети.

6.7 В чем отличие встречного регулирования напряжения от режима стабилизации? Какой из указанных режимов предпочтительнее для сельских электрических сетей?

6.8 Как определить потери напряжения в трансформаторе по его паспортным данным и известной нагрузке?

6.9 Постройте и объясните векторную диаграмму напряжений для одной фазы линии с нагрузкой в конце. Чем отличается потеря напряжения от падения напряжения?

ЛИТЕРАТУРА

1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – с.150–154.

2 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.

3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.

4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.

5 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 432 с.

6 Беляков Н.Г. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства /Беляков Н.Г.: Под ред. И.А.Будзко. – М.: Колос, 1982 – с.84-90.

7 Алистратов А.В. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. Т.1. Электроснабжение /А.В. Алистратов: Под общей ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – с.288–294.

ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ. РЕЖИМЫ РАБОТЫ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкции и схемы включения в сеть однофазных и трехфазных трансформаторов напряжения типа НОМ-10, НОМ-35, ЗНОМ-35, НТМИ-10. Изучить режимы работы сети с изолированной нейтралью и характеризующие их топографические векторные диаграммы напряжений.

2 ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1 Изучить устройство НОМ-10, НОМ-35, ЗНОМ-35 и НТМИ-10, обратить внимание на конструкцию магнитопроводов и способы соединения обмоток.

2.2 Изучить назначение, принцип действия и область применения трансформаторов напряжения.

2.3 Изучить схемы включения в сеть однофазных трансформаторов напряжения типа НОМ-10 и трехфазного трансформатора напряжения типа НТМИ-10.

2.4 Построить векторные диаграммы напряжений для различных режимов работы сети с изолированной нейтралью и различных схем включения трансформаторов напряжения.

3 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1 Самостоятельно изучить общие сведения по теме: «Трансформаторы напряжения».

3.2 Подготовить таблицы для записи технических характеристик трансформаторов напряжения и результатов измерений (см. таблицы 2.1, 2.2 и 2.3).

3.3 Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 Ознакомиться с лабораторным стендом и приборами, необходимыми для выполнения работы.

4.2 По имеющимся в лаборатории трансформаторам и плакатам изучить назначение, устройство, принцип действия и схемы включения НОМ-10, НОМ-35, ЗНОМ-35, НТМИ-10. Заполнить таблицу 2.1, записав в нее технические характеристики изученных трансформаторов.

4.3 Собрать схему соединений двух однофазных трансформаторов напряжения в открытый треугольник (рисунок 2.1). Заполнить таблицу 2.2, произведя измерения первичных и вторичных напряжений вольтметром.

Определить погрешность δ трансформатора напряжения по коэффициенту трансформации как

$$\delta = \frac{K_{\text{ТН}} \cdot U_{ax} - U_{ae}}{U_{ae}} \cdot 100 \%, \quad (2.1)$$

где $K_{\text{ТН}}$ – номинальный коэффициент трансформации трансформатора.

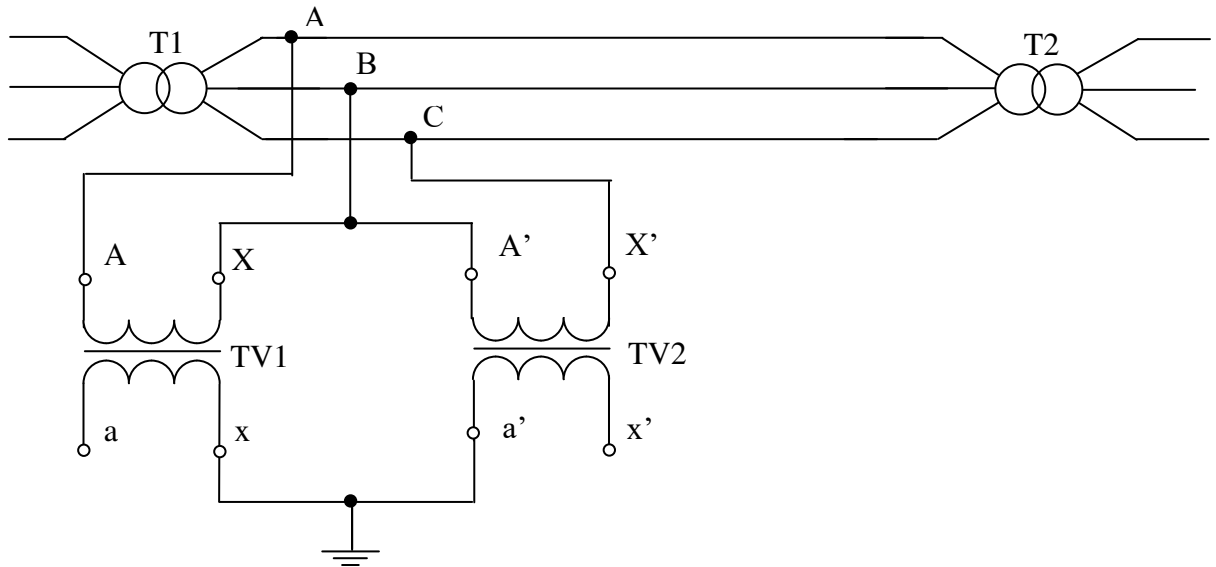


Рисунок 2.1 – Схема включения двух однофазных трансформаторов напряжения в открытый треугольник

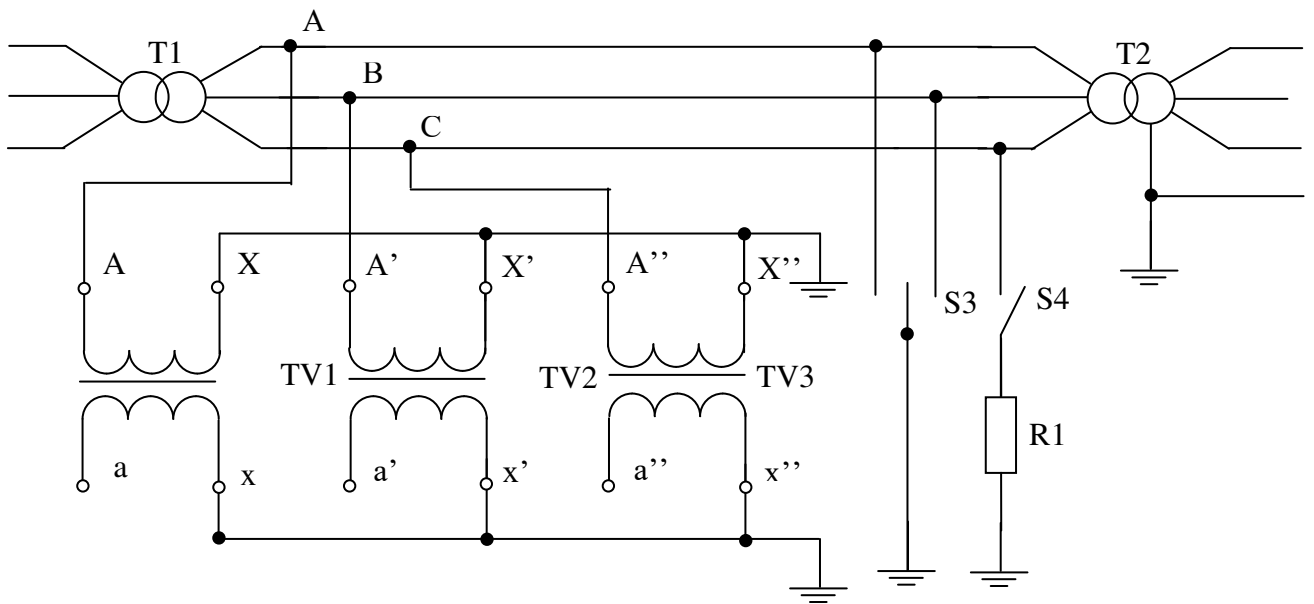


Рисунок 2.2 – Схема включения трех однофазных трансформаторов напряжения в полную звезду

4.4 Собрать схему соединений трех однофазных трансформаторов напряжения в полную звезду (рисунок 2.2). При номинальном режиме работы сети измерить соответствующими вольтметрами фазные и линейные напряжения на первичных и вторичных обмотках трансформаторов. То же проделать при поочередном металлическом замыкании на землю фаз "А" и "В" с помощью переключателя S3, а также при замыкании фазы "С" через переходное сопротивление R1 при помощи выключателя S4.

Обратить внимание, что при замыкании на землю одной из фаз междуфазные первичные напряжения в сети с изолированной нейтралью остаются неизменными и линейное напряжение у потребителя в модели сети 0,38 кВ не изменяется. Результаты опытов занести в сводную таблицу 2.3.

Таблица 2.1 – Технические характеристики трансформаторов напряжения

Тип трансформатора	U_H , кВ	I_H , А	Класс точности	Коэффициент трансформации K_{TH}	Схема соединения обмоток	Примечание

4.5 Собрать схему соединений трех однофазных трансформаторов напряжения в разомкнутый треугольник для сигнализации и контроля изоляции в сети (рисунок 2.3). Выполнить измерения п.4.4. Дополнительно в нормальном режиме многопредельным вольтметром замерить напряжения на разомкнутом треугольнике при отключенных выключателях S1 и S2. То же самое проделать при поочередном металлическом замыкании на землю фаз "А" и "В" посредством переключателя S3, а так же при замыкании на землю фазы "С" выключателем S4 через переходное сопротивление. Результаты измерений занести в сводную таблицу 2.3.

Включить выключатели S1 и S2 и, поочередно замыкая фазы на землю переключателем S3 и выключателем S4, проверить работу схемы контроля изоляции сети.

4.6 Собрать схему включения НТМИ-10 (рисунок 2.4).

4.7 Проверить работу НТМИ-10 в нормальном режиме, для этого выключить выключатели S1, S2, S4 и переключатель S3. Убедиться в отсутствии напряжения на разомкнутом треугольнике (дополнительная обмотка) в нормальном режиме.

4.8 Проверить работу НТМИ-10 при замыкании одной из фаз на землю. Для этого переключателем S3 поочередно создать металлическое замыкание на землю фаз "А" и "В", затем выключателем S4 – замыкание на землю фазы "С" через переходное сопротивление. Проверить работу схемы сигнализации контроля изоляции сети, включив выключатели S1 и S2 и поочередно замыкая на землю фазы "А", "В" и "С".

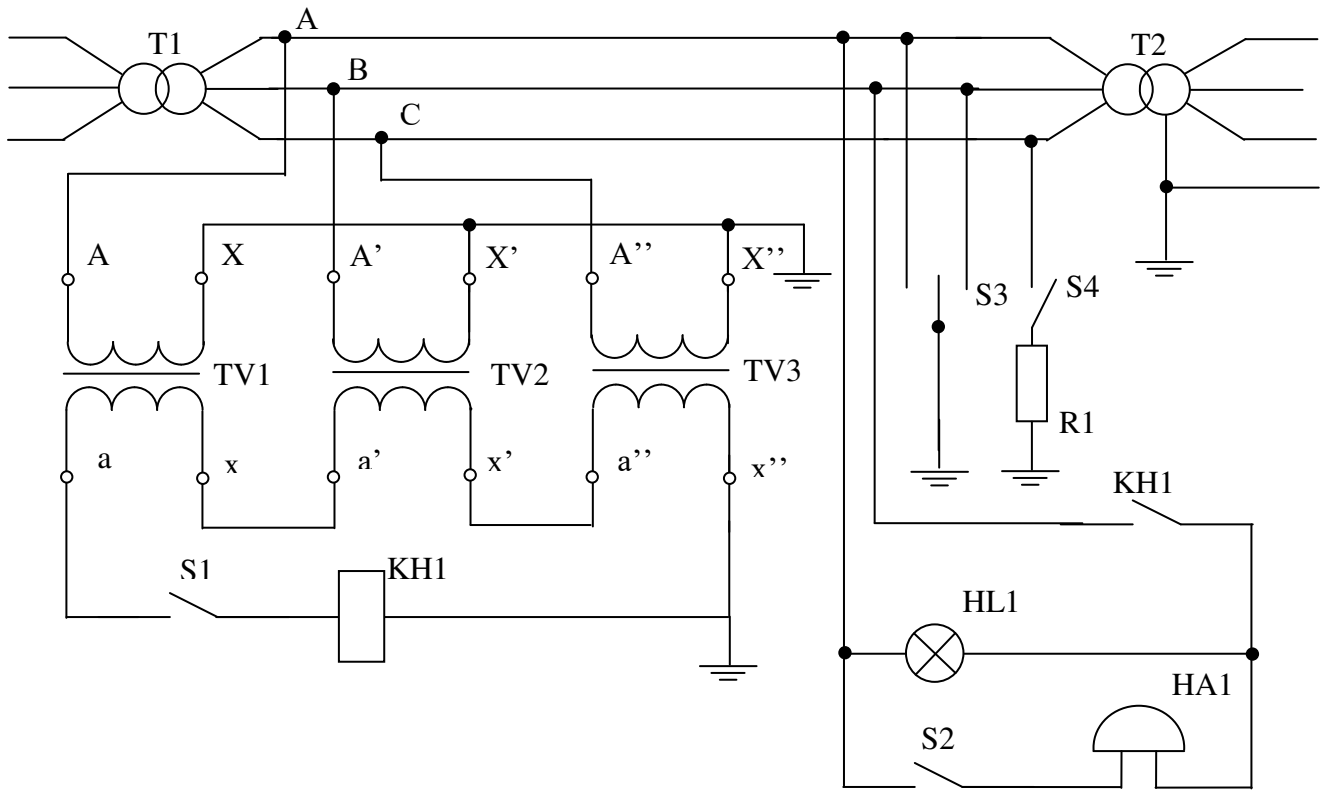


Рисунок 2.3 – Схема включения трех однофазных трансформаторов напряжения в разомкнутый треугольник

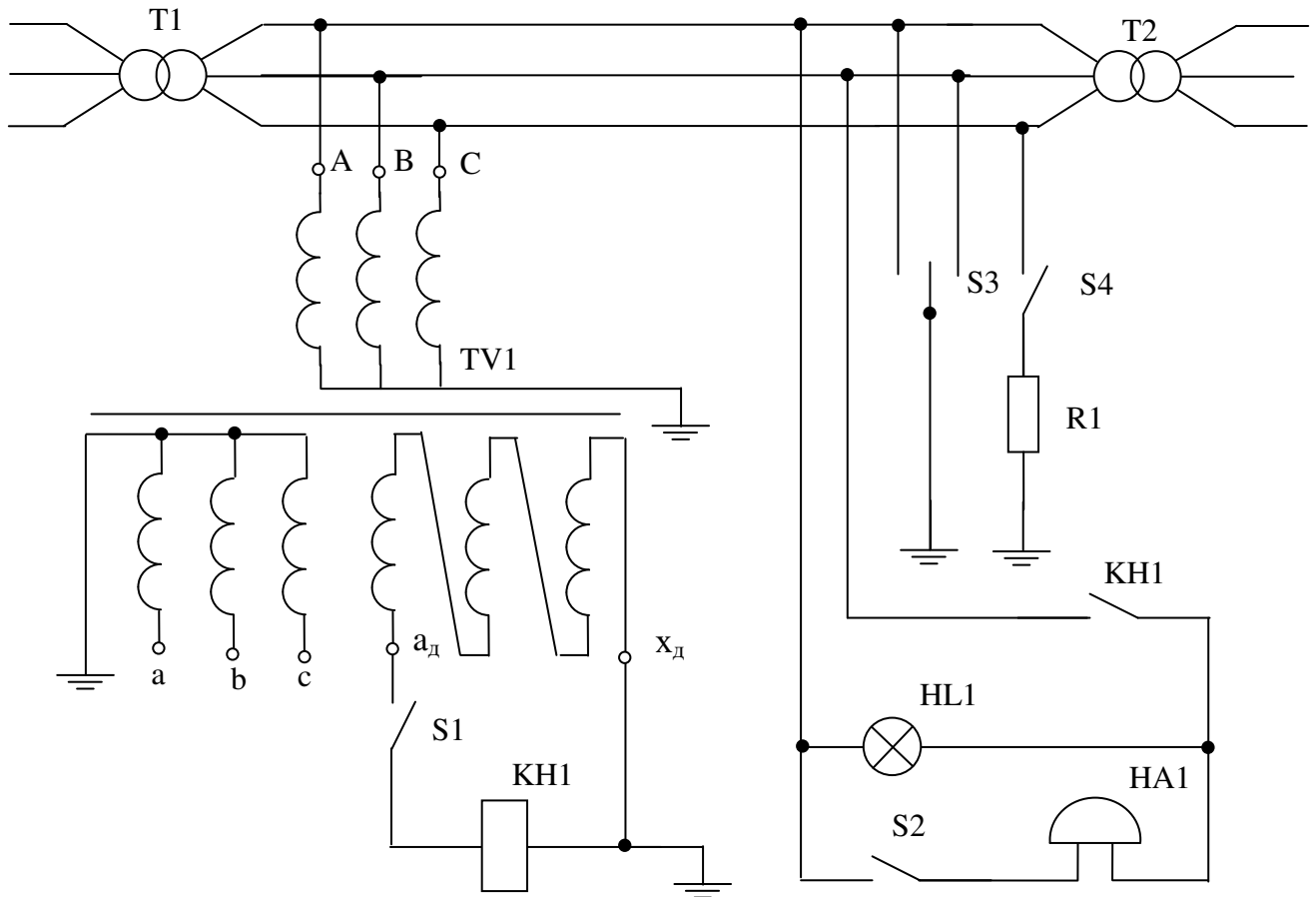


Рисунок 2.4 – Схема включения трансформатора напряжения НТМИ-10

4.9 По данным сводной таблицы 2.3 для схемы рисунка 2.2 начертить векторные диаграммы первичных и вторичных напряжений в нормальном режиме и при замыкании фаз "А" и "С" на «землю» /2, 3/.

4.10 По данным сводной таблицы 2.3 для схемы рисунка 2.3 начертить векторные диаграммы напряжений на разомкнутом треугольнике в нормальном режиме и при замыканиях на «землю» фаз "А" и "С" /2, 3/.

Таблица 2.2 – Результаты опытов по схеме на рисунке 2.1

Открытый треугольник высокой стороны открытый треугольник низкой стороны	$\frac{U_{AB}}{U_{ax}}$	$\frac{U_{BC}}{U_{a'x'}}$	$\frac{U_{CA}}{U_{ax'}}$

Таблица 2.3 – Результаты опытов по схемам рисунков 2.2 и 2.3

Полная звезда высокой стороны Полная звезда низкой стороны	$\frac{U_{AB}}{U_{ab}}$	$\frac{U_{BC}}{U_{bc}}$	$\frac{U_{AC}}{U_{ac}}$	$\frac{U_{AO}}{U_{ao}}$	$\frac{U_{BO}}{U_{bo}}$	$\frac{U_{CO}}{U_{co}}$	$U_{ax''}$
При нормальном ре- жиме							
При замыкании фазы «А» на землю							
При замыкании фазы «В» на землю							
При замыкании фазы «С» через переходное сопротивление							

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет о проделанной работе следует включить:

- 5.1 Таблицы 2.1, 2.2, 2.3 с основными результатами измерений.
- 5.2 Векторные диаграммы напряжений, выполненные в масштабе по пунктам 4.9 и 4.10.
- 5.3 Выводы о проделанной работе.
- 5.4 Краткие ответы на контрольные вопросы.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1 Для контроля каких напряжений применяют схемы включения однофазных трансформаторов напряжения по рисункам 2.1, 2.2, 2.3?

6.2 В чем разница в схемах соединения однофазных трансформаторов в открытый и разомкнутый треугольник?

6.3 Что такое номинальная и максимальная мощность трансформаторов напряжения?

6.4 Что такое погрешность по напряжению и угловая погрешность трансформаторов напряжения?

6.5 Какие классы точности трансформаторов напряжения Вы знаете?

6.6 От чего зависит погрешность по напряжению трансформаторов напряжения?

6.7 Какие и в каких целях вторичные напряжения используются у трансформаторов напряжения?

6.8 Почему у некоторых НТМИ-10 используется пятистержневой магнитопровод?

6.9 Каково отличие в конструкции и применении трансформаторов напряжения ЗНОМ-35 и НОМ-35?

6.10 Объяснить, почему при замыкании на землю одной из фаз в системе с изолированной нейтралью, асинхронный электродвигатель, включенный в сети 0,38 кВ, продолжает нормально работать?

6.11 Расшифровать НОМ-10, НОМ-35, НТМИ-10, ЗНОМ-35.

ЛИТЕРАТУРА

1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – с.285–293.

2 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.

3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.

4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.

5 Беляков Н.Г. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства / Беляков Н.Г.: Под ред. И.А.Будзко. – М.: Колос, 1982 – с.84–90.

6 Вавин В.К. Трансформаторы напряжения и их вторичные цепи / В.К. Вавин. – М.: Энергия, 1977. – 188 с.

7 Авринский Р.Б. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий /Р.Б. Авринский: Под общ. ред. А.А.Федорова и Г.В.Сербиновского. В 2-х кн. Кн. 2. – М.: Энергия, 1973 – с.210–215.

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ ПОМОЩИ СТАТИЧЕСКИХ КОНДЕНСАТОРОВ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать возможность регулирования напряжения в сельской электрической сети при помощи статических конденсаторных батарей.

2 ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1 Изучить способы регулирования напряжения в сельских электрических сетях при помощи конденсаторов.

2.2 Ознакомиться с имеющейся в лаборатории экспериментальной установкой и приборами.

2.3 Измерить напряжение, ток и мощность в начале и в конце линии до подключения конденсаторных батарей и вычислить $\cos \varphi$.

2.4 Произвести опыты продольной и поперечной компенсации. Снять показания с приборов во время опытов и вычислить для каждого опыта $\cos \varphi$.

3 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1 Самостоятельно изучить общие сведения по теме: «Регулирование напряжения в сельских электрических сетях» /1,2/.

3.2 Подготовить таблицу 4.1 для записи результатов расчетов и опытов при включении статических конденсаторов в сеть.

3.3 Сделать выводы по работе и подготовить ответы на контрольные вопросы.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 Собрать схему продольной компенсации реактивной мощности (см. рисунок 4.1).

4.2 Установить напряжение источника питания 100 В и поддерживать его неизменным в течение всего опыта.

4.3 Измерить напряжение, ток и мощность в начале и конце линии до компенсации реактивной мощности (перемычка «ХТ1» шунтирует конденсаторную батарею).

4.4 Изменяя емкость конденсаторной батареи, сделать 5-6 контрольных измерений тока, мощности и напряжения в начале и конце линии с записью результатов в таблицу 4.1. При изменении емкости следить, чтобы

ток в линии не превышал 2,5 А, а напряжение в конце линии не превышало 110 В.

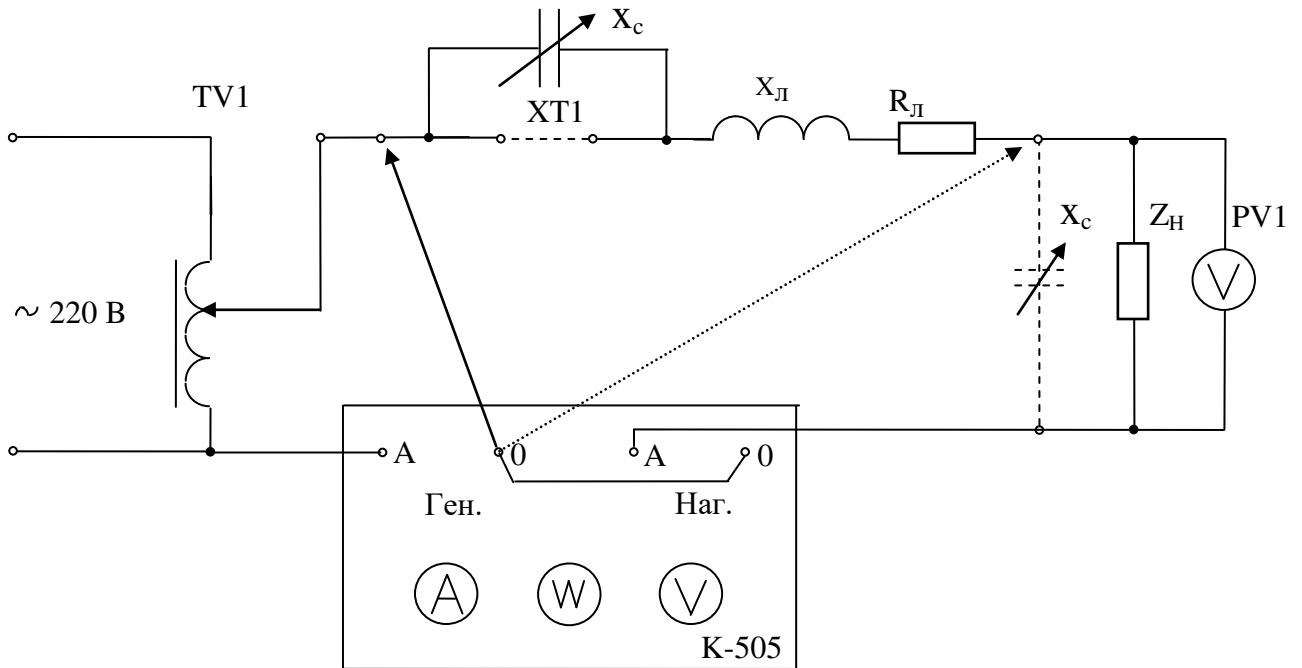


Рисунок 4.1 – Схема лабораторной установки для опытов продольной и поперечной компенсаций

Таблица 4.1 – Результаты исследований емкостной компенсации

Вид емкостной компенсации	U_1 , В	U_2 , В	I , А	P_1 , Вт	P_2 , Вт	C , мкФ	$\cos\varphi_1$	$\cos\varphi_2$
Компенсация отсутствует								
Поперечная								
1								
...								
6								
Продольная								
1								
...								
6								

Примечания: $\cos\varphi_1 = \frac{P_1}{U_1 \cdot I}$, $\cos\varphi_2 = \frac{P_2}{U_2 \cdot I}$.

4.5 Собрать схему установки для поперечной компенсации.

4.6 Установить напряжение источника питания 100 В и поддерживать его неизменным в течение всего опыта.

4.7 Выполнить пункт 4.4.

4.8 Вычислить коэффициенты мощности в начале и конце линии для всех произведенных опытов. Результаты расчетов свести в таблицу 4.1. Построить векторные диаграммы токов и напряжений для опыта при отсутствии компенсации, а также при продольной и поперечной компенсации для опытов, указанных преподавателем.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет о проделанной работе следует включить:

5.1 Таблицу 4.1 с результатами контрольных замеров и с расчетом коэффициента мощности $\cos\varphi$.

5.2 Схему продольной и поперечной компенсации реактивной мощности.

5.3 Построенные векторные диаграммы для линии без компенсации, а также при продольной и поперечной компенсации для опытов, указанных преподавателем.

5.4 Выводы о целесообразности использования продольной и поперечной компенсации для регулирования напряжения.

5.5 Краткие ответы на контрольные вопросы.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1 Перечислите основные методы регулирования напряжения в сельских электрических сетях.

6.2 Что такое потеря напряжения в линии и из-за чего она происходит?

6.3 В чем принципиальное различие между продольной и поперечной компенсацией?

6.4 Каковы достоинства и недостатки различных способов компенсации при помощи конденсаторных батарей?

6.5 Объясните порядок построения векторных диаграмм.

6.6 Как определяется мощность конденсаторной батареи, необходимой для емкостной компенсации?

6.7 Как избежать появления возможных перенапряжений при емкостной компенсации?

6.8 Как и почему изменяются $\cos\varphi_1$ и $\cos\varphi_2$ при изменении емкости в опытах продольной и поперечной компенсации?

6.9 Почему продольную компенсацию называют ещё параметрической?

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства /И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – с.151–156.
- 2 Беляков Н.Г. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства /Беляков Н.Г.: Под ред. И.А.Будзко. – М.: Колос, 1982. – с.84–90.
- 3 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.
- 4 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.
- 5 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.
- 6 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 432 с.
- 7 Авринский Р.Б. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий /Р.Б. Авринский: Под общ. ред. А.А.Федорова и Г.В.Сербиновского. В 2-х кн. Кн. 2. – М.: Энергия, 1973. – с.321–337.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

РАЗРЯДНИКИ И ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение, устройство и принцип действия плавких предохранителей, трубчатых и вентильных разрядников.

2 ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1 Изучить назначение, устройство и принцип действия предохранителей напряжением до и свыше 1 кВ, имеющихся в лаборатории.

2.2 Изучить назначение, устройство и принцип действия вентильных и трубчатых разрядников.

2.3 Изобразить эскизы изученных аппаратов.

2.4 Изучить способы монтажа, места установки изучаемых аппаратов на подстанциях и линиях.

3 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1 Самостоятельно изучить общие сведения по теме: «Разрядники и предохранители» /1,2/.

3.2 Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 По имеющимся вентильным и трубчатым разрядникам 10 кВ и по плакату разобраться с назначением каждой детали и принципом их взаимодействия, обратив особое внимание у вентильных разрядников на искровые промежутки и вилитовые сопротивления, а у трубчатых разрядников – на формы искровых промежутков и дугогасительные камеры.

4.2 Изучить устройство имеющихся предохранителей напряжением до и свыше 1 кВ, обратив внимание на конструктивные особенности плавких вставок.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

5.1 Изобразить эскизы изученных защитных аппаратов.

5.2 Дать краткое описание назначения, устройства и принципа действия вентильных и трубчатых разрядников, плавких предохранителей.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1 Назначение, устройство и область применения разрядников и плавких предохранителей.
- 6.2 Указать марки разрядников и плавких предохранителей, применяемых в сельских электроустановках.
- 6.3 Перечислить основные требования, которым должны удовлетворять разрядники и плавкие предохранители.
- 6.4 Объяснить, что общего в принципе действия разрядников типа РТ и предохранителей типа ПСН?
- 6.5 Как устроен и работает вентильный разрядник?
- 6.6 Какие меры предусмотрены в конструкциях плавких предохранителей для снижения времени плавления вставки при росте тока? В чем суть так называемого «металлургического эффекта»?
- 6.7 Как устроен и работает трубчатый разрядник?
- 6.8 Что такое «токоограничивающее» действие и у каких из изученных предохранителей токоограничивающее действие отсутствует?
- 6.9 Объяснить назначение и принцип действия предохранителя-разрядника?
- 6.10 Указать места установки изученных аппаратов на подстанциях, в электрических сетях, а также на КТП 10/0,4 кВ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства /И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – с.254–263.
- 2 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.
- 3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.
- 4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.
- 5 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 432 с.
- 6 Беляков Н.Г. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства /Беляков Н.Г.: Под ред. И.А.Будзко. – М.: Колос, 1982. – с.84–90.
- 7 Юриков П.А. Вентильные разрядники для электроустановок / П.А. Юриков. – М.: Энергия, 1975. – 96 с.
- 8 Рожкова Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций /Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. – М.: Энергия, 1980. – с.273–283.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ НАГРУЗКИ, РАЗЪЕДИНИТЕЛИ, КОРОТКОЗАМЫКАТЕЛИ, ОТДЕЛИТЕЛИ И ИХ ПРИВОДЫ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучить назначение, устройство и принцип работы выключателей нагрузки ВН-16, ВМП-16, ВМПз-16, ВМП-17 и привода ПР(А)-17.

1.2 Изучить назначение, устройство разъединителей 6-35 кВ и конструктивные особенности выполнения их отдельных элементов.

1.3 Изучить назначение, устройство и принцип действия короткозамыкателей и отделителей, а также приводов типа ШПК и ШПО. Изучить область применения и схемы включения короткозамыкателей и отделителей.

2 ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1 Изучить назначение и устройство выключателей нагрузки ВН-16, ВМП-16, ВМПз-16, ВМП-17 и привода ПР(А)-17.

2.2 Изучить устройство и принцип работы рожковой дугогасительной камеры выключателя нагрузки ВМП-16.

2.3 Изучить назначение, устройство и принцип действия разъединителей 6-35 кВ и приводов к ним.

2.4 Изучить конструкцию отделителя ОД-35 и короткозамыкателя КЗ-35.

2.5 Изучить принцип взаимодействия отделителя и короткозамыкателя при отключении трансформаторной подстанции напряжением 35/10 кВ.

2.6 Уяснить роль БРО и его работу.

2.4 Изучить конструкцию и принцип действия приводов ШПО и ШПК.

3 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1 Самостоятельно изучить общие сведения по теме: «Выключатели нагрузки, разъединители, отделители и короткозамыкатели»/1, 2/.

3.2 Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 На учебном разрезе выключателя нагрузки ВМП-16 разобраться с назначением каждого элемента и принципом его действия.

4.2 Изучить конструкцию и принцип гашения дуги в дугогасительной камере выключателя нагрузки.

4.3 Рассмотреть привод ПР(А)-17 для ручного включения и дистанционного отключения выключателя нагрузки.

4.4 Изучить назначение, устройство и принцип работы разъединителей, имеющихся в лаборатории.

4.5 На имеющихся ОД-35 и КЗ-35 разобраться с назначением и устройством отдельных конструктивных элементов аппаратов.

4.6 Изучить конструкцию и принцип действия ШПО и ШПК.

4.7 Изучить конструкцию и работу БРО.

4.8 На примере отпаечной подстанции с ОД и КЗ изучить работу этих аппаратов при повреждении одного из силовых трансформаторов.

4.9 Произвести пробное включение-отключение КЗ-35 и ОД-35.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет о проделанной работе следует включить:

5.1 Краткое описание устройства и принципа действия выключателей нагрузок типа ВН-16, ВНП-16, ВНП-17 и их приводов.

5.2 Эскизы дугогасительной камеры ВНП-16, разъединителей РВ-10, РЛНД-10, РЛНД-35 (по выбору).

5.3 Электрическую схему подстанции с отделителем и короткозамыкателем с описанием порядка работы аппаратов при повреждении силового трансформатора.

5.4 Краткие ответы на контрольные вопросы.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1 Назначение и область применения изученных коммутационных аппаратов.

6.2 За счет чего у ВНП-16 происходит отключение тока короткого замыкания?

6.3 В чем отличие ВНП-16 и ВНП-17 друг от друга?

6.4 Сколько срабатываний допускает ВНП-16 при номинальном токе и напряжении с одним комплектом вкладышей?

6.5 Какие токи нагрузки допускается включать и отключать разъединителями 10 кВ? Объяснить.

6.6 Что такое электромагнитный замок на разъединителе и каково его назначение?

6.7 Назначение стационарных заземляющих ножей на разъединителях типа РЛНДЗ-10, РВЗ-10?

6.8 Как правильно включать и отключать разъединители?

6.9 Назовите защитные средства, применяемые при включении и отключении разъединителей.

6.10 Можно ли отключать разъединителем кабельную линию без нагрузки? Объяснить.

6.11 Можно ли отключать разъединителем 10 кВ силовой трансформатор 10/0,4 кВ без нагрузки? Объяснить.

6.12 Область применения отделителей и короткозамыкателей.

6.13 Конструктивное отличие отделителя от разъединителя.

6.14 Почему при напряжении 110 кВ используется однополюсный короткозамыкатель?

6.15 Достоинства и недостатки схем с отделителями и короткозамыкателями.

6.16 Объяснить по схеме порядок работы и взаимодействие изученных аппаратов при отключении трансформаторной подстанции.

6.17 Каковы схема подключения и порядок работы реле БРО при отключении трансформаторной подстанции?

6.18 Откуда берется энергия на включение короткозамыкателя и отключение отделителя?

ЛИТЕРАТУРА

1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства /И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – с.274-280.

2 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.

3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.

4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.

5 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 432 с.

6 Алистратов А.В. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. Т.2. Электроснабжение /А.В. Алистратов: Под общей ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – с.182—184.

7 Электрическая часть станций и подстанций /А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Неяшкова и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – с.176–186.

8 Беляков Н.Г. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства /Н.Г. Беляков: Под ред. И.А.Будзко. – М.: Колос, 1982. – с.84–90.

МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ НА НАПРЯЖЕНИЕ 10 и 35кВ И ИХ ПРИВОДЫ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить назначение, устройство и принцип работы выключателей ВМГ-10 и ВМП-10. Изучить назначение, принципы выполнения и конструкцию приводов для выключателей 10 кВ. Изучить конструкцию, принцип действия масляных выключателей ВМ-35, МГ-35 с приводами ШПС-10, ШПС-20. Изучить принципы гашения дуги и конструкцию дугогасительных камер выключателей ВМ-35 и МГ-35. Изучить принцип работы вакуумного выключателя и конструкцию дугогасительной камеры.

2 ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1 Изучить конструктивные особенности выключателей, имеющих в лаборатории.

2.2 Изучить конструкцию пружинно-грузового привода ПП-67(61) и принцип его работы.

2.3 Изучить принцип гашения электрической дуги в дугогасительной камере выключателя напряжением 10 кВ при отключении больших и малых токов.

2.4 Изучить конструктивные особенности выключателей ВМ-35 и МГ-35.

2.5 Изучить устройство и принцип действия привода ШПС-20.

2.6 Изучить устройство и принцип гашения дуги в дугогасительной камере ВМ-35 и МГ-35.

2.7 Изучить конструктивные особенности дугогасительной камеры вакуумного выключателя и принцип гашения дуги в ней.

3 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1 Самостоятельно изучить общие сведения по теме: «Масляные выключатели» /1, 3, 4/.

3.2 Подготовить таблицы для записи технических характеристик изучаемых масляных выключателей и приводов (см. таблицы 8.1, 8.2).

3.2 Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 На учебном разрезе выключателей ВМГ-10 и ВМП-10, а также по плакату разобраться с назначением каждой детали и принципом их взаимодействия. При изучении конструкции выключателя ВМП-10 обратить внимание на его роликовые контакты и особенности приводного механизма.

4.2 Заполнить таблицы 8.1. и 8.2.

4.3 Изучить конструкцию и принципы гашения дуги в дугогасительной камере выключателей. Обратить внимание на каналы поперечного и продольного дутья, а также на масляные карманы.

4.4 На учебном разрезе выключателя ВМ-35 и по плакату разобраться с назначением каждой детали и принципом их взаимодействия.

4.5 Изучить принципы гашения дуги и конструкцию дугогасительных камер выключателей ВМ-35 и МГ-35.

4.6 Изучить устройство и принцип действия приводов ПП-67, ШПС-10.

Таблица 8.1 – Технические характеристики выключателей

Тип выключателя	U _н , кВ	I _н , А	Номинальный ток отключения, кА	Время отключения, с	Предельный ток терм. стойкости, кА	Тип привода

Таблица 8.2 – Технические характеристики привода

Тип выключателя	Тип привода	Время включения, с	Количество реле				
			РТМ	РТВ	РНВ	Вкл.эл. магн.	Откл.эл. магн.

4.7 На примере образца, имеющегося в лаборатории, изучить конструктивные особенности дугогасительной камеры вакуумного выключателя и принцип гашения дуги в ней.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет о проделанной работе следует включить:

5.1 Таблицы 8.1 и 8.2 с основными техническими характеристиками.

5.2 Эскизы дугогасительной камеры с показом направления дутья при гашении больших и малых токов для изученных выключателей.

5.3 Краткие ответы на контрольные вопросы.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1 Назначение, устройство и область применения выключателей ВМП-10, ВМГ-10, ВМ-35, МГ-35.

6.2 Назначение латунного шва на полюсе выключателя ВМГ-10.

- 6.3 Принцип гашения дуги при больших и малых токах в дугогасительной камере ВМГ-10, ВМ-35, МГ-35.
- 6.4 Устройство и принцип действия привода ПП-67.
- 6.5 Достоинства и недостатки маломасляных выключателей.
- 6.6 Назначение блок-контактов в приводе ПП-67.
- 6.7 Почему в отключенном состоянии у маломасляных выключателей подвижный контакт находится выше уровня масла?
- 6.8 В каких случаях и почему корпус выключателя ВМГ-10 выполняют латунным?
- 6.9 Назначение и устройство конденсаторного ввода выключателя ВМ-35.
- 6.10 Назначение, устройство и принцип действия приводов ПС-10, ШПС-10.
- 6.11 Назначение трансформаторов тока в выключателях.
- 6.12 Принципы гашения дуги в дугогасительной камере выключателя ВМ-35.
- 6.13 Особенности конструктивного выполнения дугогасительной камеры выключателя ВМ-35, назначение масляных карманов, щелей, металлических и фибровых пластин.
- 6.14 В чем отличие в назначении масла в выключателях ВМ-35 и МГ-35?
- 6.15 За счет чего развивается энергия на включение и отключение выключателя ВМ-35?
- 6.16 Что обозначает цифровой код в приводе ПП-67, например – 112204?
- 6.17 Из каких материалов изготавливается корпус вакуумного выключателя?
- 6.18 Из какого материала выполняются контакты вакуумного выключателя?
- 6.19 Каковы преимущества вакуумного выключателя перед выключателями других типов?

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства /И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – с.264-270.
- 2 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.
- 3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.
- 4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.
- 5 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 432 с.

6 Беляков Н.Г. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства /Н.Г. Беляков: Под ред. И.А.Будзко. - М.: Колос, 1982. – с.84–90.

7 Дорошев К.И. Применение новых выключателей в комплектных распределительных устройствах до 35 кВ /К.И. Дорошев. – М.: Энергия, 1975. – 128 с.

8 Алистратов А.В. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. Т.2. Электроснабжение /А.В. Алистратов: Под общей ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – с.165–182.

9 Родштейн Л.А. Электрические аппараты /Л.А. Родштейн. – Л.: Энерго-атомиздат, 1989. – с.149–164.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить схему соединения и конструктивное выполнение подстанций 110-35/10кВ, ТП 10/0,4 кВ сельскохозяйственного назначения.

2 ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1 Изучить по плакату схему электрических соединений, конструкцию, назначение элементов схемы подстанции 110/35/10кВ.

2.2 Изучить по /1/ схему электрических соединений КТП 10/0,4кВ. Изучить назначение и принцип работы каждого элемента схемы.

2.3 Изучить конструкцию представленной в аудитории КТП 10/0,4 кВ.

3 УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1 Самостоятельно изучить общие сведения по теме «Трансформаторные подстанции сельскохозяйственного назначения» /1, 2/.

3.2 Начертить трехлинейную схему соединений КТП 10/0,4 кВ.

3.3 Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 Изучить по плакату схему электрических соединений подстанции 110-35/10 кВ, обратив внимание на назначение, конструкцию, принцип действия каждого элемента в схеме. Разобраться с такими понятиями как «РУ, ОРУ, ЗРУ, КРУН, одно- или двухтрансформаторные подстанции».

4.2 Изучить устройство, назначение, принцип действия отдельных элементов КТП 10/0,4 кВ, имеющих в аудитории, изучить схему электрических соединений КТП 10/0,4 кВ. Разобраться, какие трансформаторные пункты называются мачтовыми (МТП), закрытыми (ЗТП), в чем их отличие от КТП.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Схема электрических соединений КТП 10/0,4 кВ, имеющейся в лаборатории, в трехлинейном изображении.
- 5.2 Краткое описание назначения каждого элемента в принципиальной схеме КТП 10/0,4 кВ.
- 5.3 Ответы на контрольные вопросы.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1 Для чего предназначены трансформаторные подстанции?
- 6.2 Что такое РУ, ОРУ, ЗРУ, КРУН?
- 6.3 Какие преимущества имеют комплектные распределительные устройства?
- 6.4 Назовите все виды защит, применяемые в КТП 10/0,4 кВ.
- 6.5 Как осуществляется работа уличного освещения в сети 0,38 кВ? Как организуется фонарный провод на пятипроводной линии 0,38 кВ?
- 6.6 Что такое блокировка, каково ее назначение, где применяется?
- 6.7 Что обозначает термин «работа защиты осуществляется селективно»?
- 6.8 Почему КТП сельскохозяйственного назначения не допускают значительной неравномерности нагрузки по фазам 0,38 кВ?
- 6.9 Объяснить понятие «собственные нужды подстанции».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства /И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – с.402–410.
- 2 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.
- 3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.
- 4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.
- 5 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 432 с.
- 6 Беляков Н.Г. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства /Н.Г. Беляков: Под ред. И.А.Будзко. – М.: Колос, 1982. – с.84–90.
- 7 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства /И.А. Будзко, Н.М. Зуль. – М.: Агропромиздат, 1990. – с.372–379.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ЗАЩИТА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 0,38 кВ ТИПА ЗТИ-0,4

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить защиту ЗТИ-0,4 и принцип ее действия, научиться экспериментально строить время-токовую характеристику и выбрать уставки защит.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1. Изучить сведения об однофазных коротких замыканиях на землю в сетях с глухозаземленной нейтралью. Рассмотреть цепь циркуляции токов нулевой последовательности (рисунок 1).

2.2. Изучить назначение, устройство и принцип действия ЗТИ-0,4. Изучить схемы (рисунки 2, 3, 4).

3. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1. Подготовиться к выполнению лабораторной работы, изучив тему «Защита сетей напряжением 0,38 кВ типа ЗТИ-0,4» /1/.

3.2. Изучить схему лабораторной установки (рисунок 4).

3.3. Подготовить таблицу 1 для учета результатов различных значений токов однофазного короткого замыкания с отключенной нагрузкой, при которых следует зафиксировать время срабатывания защиты ЗТИ-0,4.

3.4. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

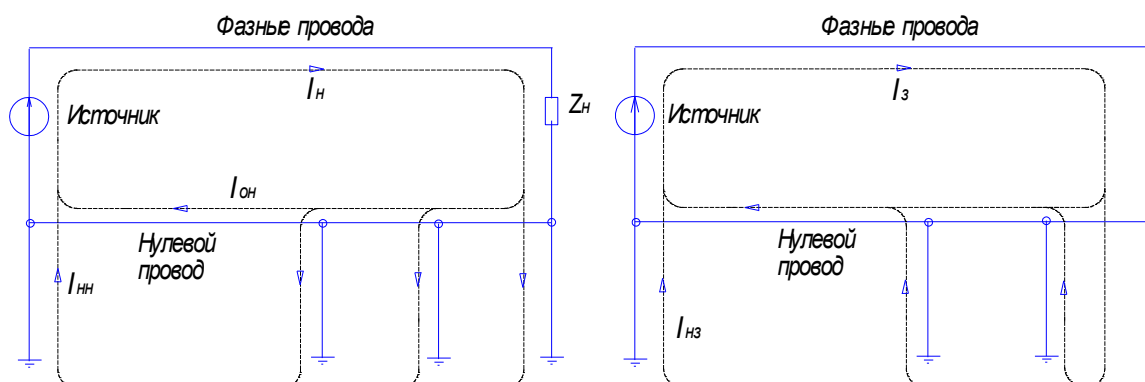
4.1. Собрать электрические цепи по схеме лабораторной установки (рисунок 4), включив в них защиту ЗТИ-0,4.

4.2. Проверить срабатывание защиты ЗТИ-0,4 при однофазном коротком замыкании на нулевой провод с включенной нагрузкой, для чего, любую из фаз следует соединить с нейтралью источника питания. После этого, изменяя при помощи реостатов ток имитируемого КЗ, снять 5 – 6 значений времени срабатывания защиты ЗТИ – 0,4.

4.3. Проверить срабатывание защиты ЗТИ-0,4 при междуфазных коротких замыканиях, для которых следует зафиксировать время срабатывания защиты. Изменение значений тока выполнить при помощи реостатов лабораторной установки.

4.4. Собрать схему (рисунок 4), включив в нее защиту ЗТ-0,4.

4.5. Проверить срабатывание защиты ЗТ-0,4 при однофазном коротком замыкании с отключенной нагрузкой. Аналогично п. 4.2. снять и построить время-токовую характеристику защиты ЗТ-0,4.



а) Токораспределение в нормальном режиме

I_n – ток нагрузки;

$I_{он}$ – ток нулевого провода в нормальном режиме;

$I_{нн}$ – ток в нейтрали.

б) Замыкание фазы на землю

$I_з$ – ток замыкания;

$I_{оз}$ – ток в нулевом проводе при замыкании;

$I_{нз}$ – ток в нейтрали.

Рисунок 1 – Распределение токов нулевой последовательности в сетях 0,38 кВ

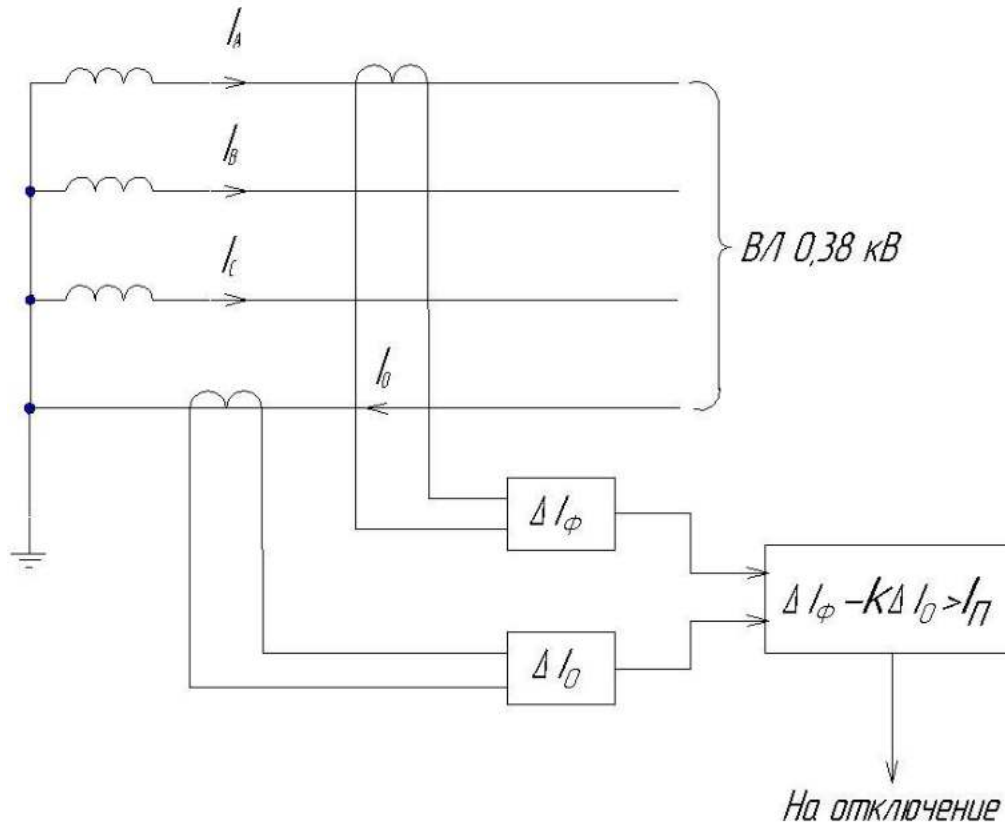


Рисунок 2 – Пояснение принципа действия защиты ЗТИ – 0,4

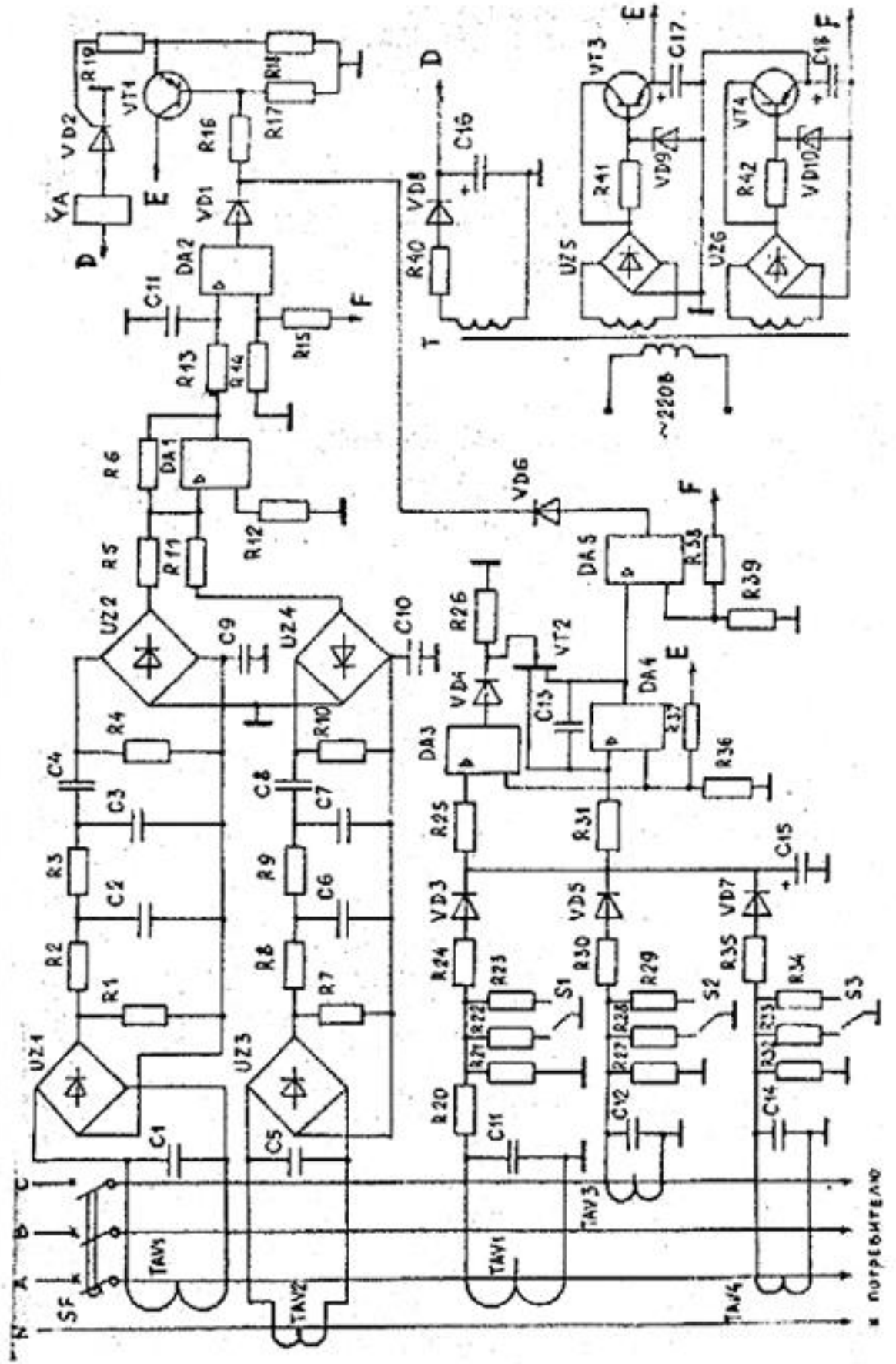


Рисунок 3 – Схема принципиальная электрическая ЗТИ-0,4

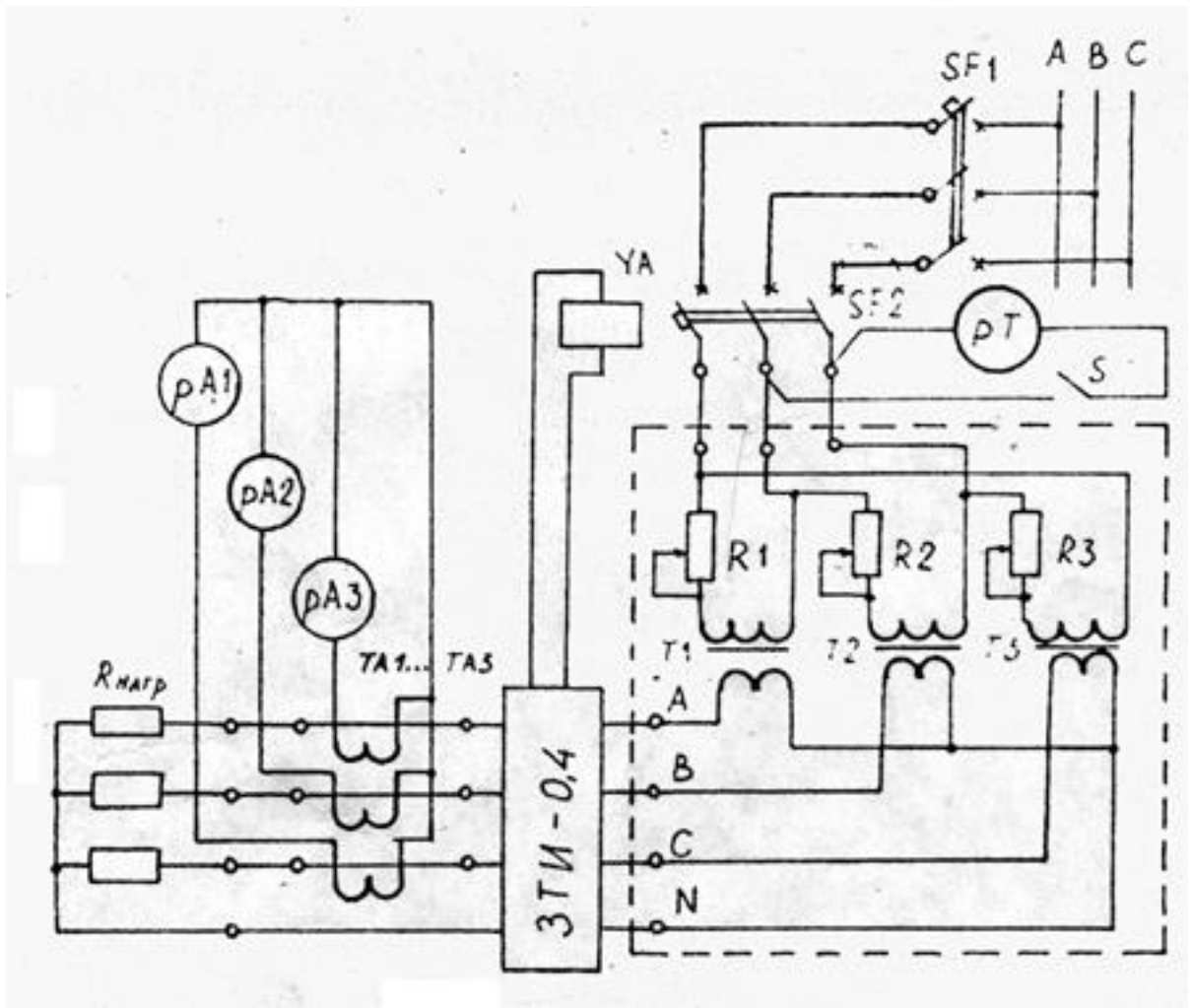


Рисунок 4 – Схема лабораторной установки

Таблица 1 – Защитная характеристика ЗТИ-0,4

I, A						
t, с						

Таблица 2 – Защитная характеристика ЗТ-0,4

I, A						
t, с						

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет о проделанной работе следует включить:

- 5.1. Функциональную схему ЗТИ-0,4 с кратким описанием принципа действия защиты.
- 5.2. Результаты расчета уставок защиты ЗТИ-0,4.
- 5.3. Время-токовые характеристики для ЗТ-0,4 и ЗТИ-0,4, согласно данным таблиц 1 и 2.
- 5.4. Сделать по отчету краткие выводы.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Назначение и принцип действия ЗТИ-0,4.
- 6.2. Какие время-токовые характеристики Вам известны? Какого вида защитные характеристики у ЗТИ-0,4?
- 6.3. Чем и как регулируется уставка ЗТИ-0,4 по току к однофазным КЗ?
- 6.4. В чем преимущества ЗТИ-0,4 перед другими подобными защитами, в частности перед ЗТ-0,4?
- 6.5. Чем регулируется уставка по времени? Пояснить на принципиальной схеме ЗТИ-0,4.
- 6.6. С какой целью у ЗТИ-0,4 введен датчик тока нулевого провода?
- 6.7. Какова величина допустимой несимметрии напряжений по ГОСТ 13109-97 в сети 0,38 кВ?
- 6.8. Как у ЗТИ – 0,4 реализована отстройка от естественной несимметрии питающей сети?
- 6.9. С какими автоматическими выключателями может использоваться защита ЗТИ-0,4?

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства / Будзко И.А., Зуль Н.М. – М.: Агропромиздат, 1990. – 496 с.
- 2 Лецинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лецинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.
- 3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.
- 4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.
- 5 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 432 с.
- 6 Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.
- 7 Симоновский С.Ф. Защита сельских электрических сетей от коротких замыканий и перегрузок. – М.: Колос, 1988. – 103 с.
- 8 Расторгуев В.М. Повешение чувствительности защиты воздушных линий 0,38 кВ./ Расторгуев В.М., Сагутдинов Г.Ш.//Техника в сельском хозяйстве. – 1989. - №2.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

ИЗУЧЕНИЕ СХЕМ СОЕДИНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И РЕЛЕ
В СХЕМАХ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться анализировать и определять коэффициент схемы соединения трансформаторов тока и реле (измерительных приборов) при различных видах коротких замыканий в первичной цепи.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1. Изучить схемы соединения трансформаторов тока и приборов в полную звезду (рисунок 1), в неполную звезду (рисунок 2), на разность вторичных токов двух фаз (рисунок 3), в фильтр токов нулевой последовательности (рисунок 4).

2.2. Изучить векторные диаграммы токов в схеме полной звезды /3/:

- а) первичных токов при трехфазной симметричной нагрузке;
- б) вторичных токов при трехфазной симметричной нагрузке;
- в) при неправильно включенных выводах трансформаторов фазы А.

2.3. Изучить векторные диаграммы токов в схеме неполной звезды:

- а) вторичных токов при трехфазной симметричной нагрузке;
- б) первичных токов при коротком замыкании фаз АС;
- в) вторичных токов при коротком замыкании фаз АС.

2.4. Изучить векторные диаграммы для схемы подключения пробора на «разность токов двух фаз» /3/:

- а) вторичных токов при симметричной нагрузке;
- б) вторичных токов при коротком замыкании фаз АС;
- в) коэффициент схемы при коротком замыкании фаз АС.

3. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1. Подготовиться к выполнению лабораторной работы, предварительно изучив тему «Трансформаторы тока в схемах релейной защиты» /1/.

3.2. Подготовить таблицу 1 для внесения результатов измерений по схеме «полной звезды» рисунка 1.

3.3. Подготовить таблицу 2 для внесения результатов исследований для схемы «неполной звезды» по рисунку 2.

3.4. Подготовить таблицу 3 для результатов исследований для схемы включения реле на «разность вторичных токов двух фаз» (рисунок 3).

3.5. Подготовить таблицу 4 для внесения результатов исследований для схемы подключения приборов (реле) в фильтр токов нулевой последовательности (рисунок 4).

3.6. Разобраться с векторными диаграммами токов.

3.7. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Включить трансформаторы тока с приборами по схеме «полной звезды» (рисунок 1).

4.2. В режиме трехфазной симметричной нагрузки, при включенных выключателях S1, S2, S3 провести опыты: нормального режима работы, обрыва провода во вторичной цепи трансформатора тока (ТТ) фазы В, встречного включения трансформаторов тока фазы С. В режиме двухфазной нагрузки, создаваемой включением S1-S2 S2-S3, S1-S3, и в режиме однофазной нагрузки, создаваемой выключателем S1-S4, S2-S4, S3-S4, зафиксировать показание приборов при правильном их подключении. Во всех опытах режим короткого замыкания считается частным случаем общего режима нагрузки. Ток нагрузки в первичных цепях схемы следует устанавливать реостатами R1, R2, R3 нагрузочного устройства в пределах 12-20 А.

4.3. Соединить трансформаторы тока с приборами по схеме «неполной звезды» (рисунок 2).

4.4. Провести опыты трехфазного и всех видов двухфазного к.з.. Подключить амперметр на разность вторичных токов ТТ двух фаз (рисунок 3).

4.5. Провести опыты трехфазного и всех видов двухфазного к.з., рассчитать в каждом опыте коэффициент схемы.

4.6. Соединить трансформаторы тока в фильтр токов нулевой последовательности и к нему подключить амперметр (рисунок 4).

4.7. Провести опыты трехфазного, двухфазного и однофазного к.з. Кроме этого, произвести обрыв фазного провода на стороне высокого напряжения нагрузочного трансформатора и зафиксировать полученные результаты.

4.8. По каждому опыту в пунктах 4.1...4.4 проверить правильность показаний приборов аналитически с помощью векторных диаграмм.

4.9. Задаться произвольным режимом неправильного включения, например, неправильно подключить один из трансформаторов тока в схеме рис. 4, построить теоретическую векторную диаграмму и проверить справедливость выводов на лабораторной установке.

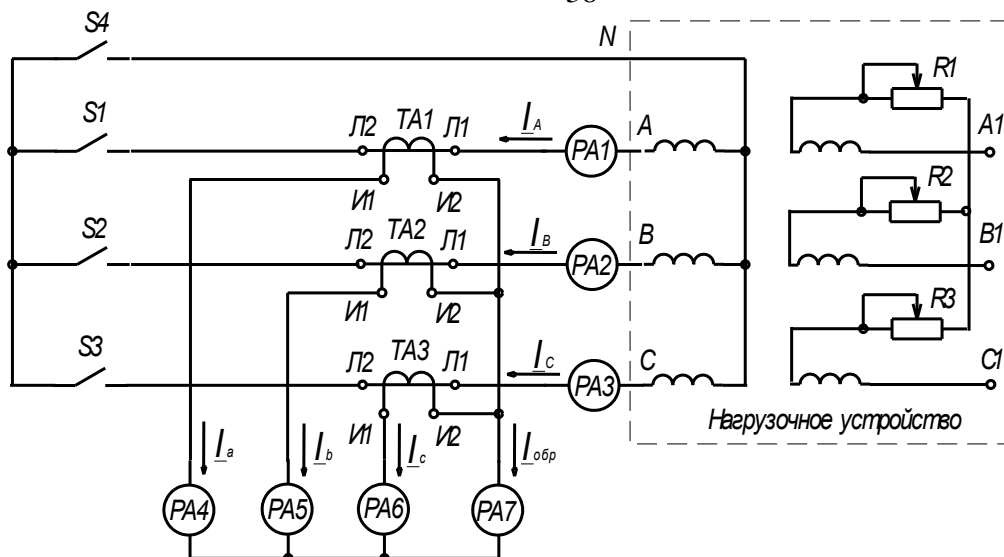


Рисунок 1 – Схема соединения трансформаторов тока и приборов в полную звезду.

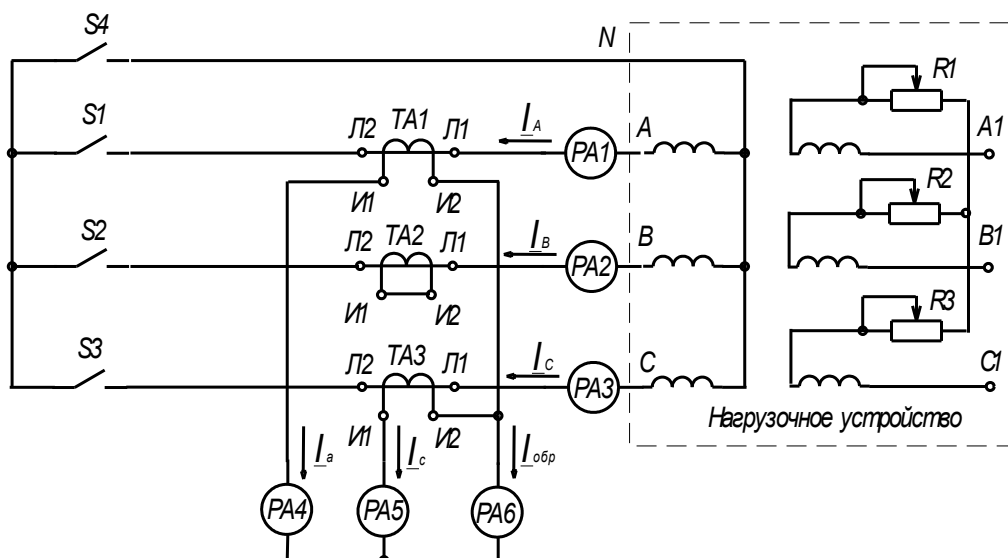


Рисунок 2 – Схема соединения трансформаторов тока и приборов в неполную звезду.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет по работе следует включить:

- 5.1. Схемы соединения трансформаторов тока и реле в реальной сети.
- 5.2. Таблицы 1,2,3,4 с результатами исследований.
- 5.3. Векторные диаграммы при несимметричных режимах работы в первичной схеме.
- 5.4. Подробное аналитическое рассмотрение произвольного режима неправильного подключения ТТ.
- 5.5. Привести схемы и результаты измерений при всех видах коротких замыканий.

5.6. Кратко ответить на контрольные вопросы.

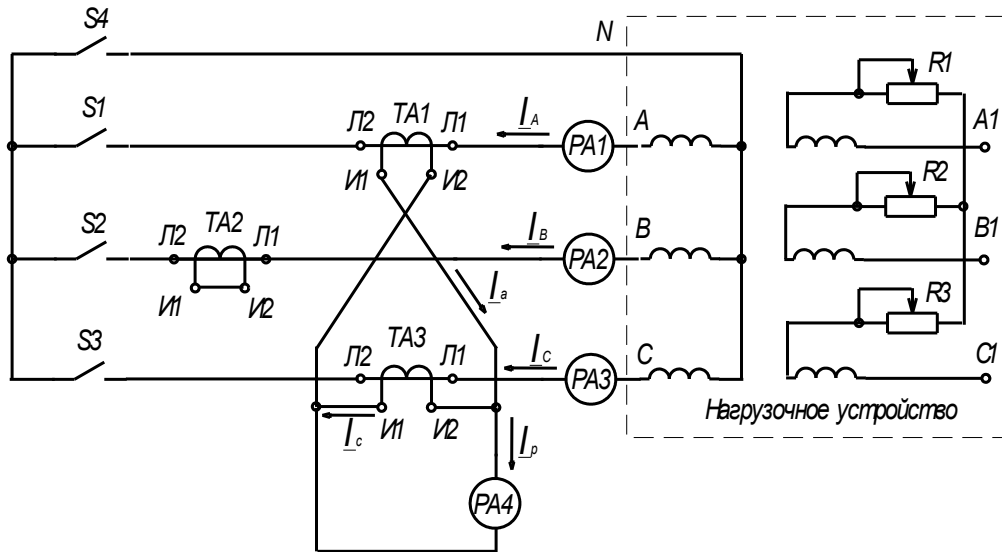


Рисунок 3 – Схема подключения прибора на разность вторичных токов двух фаз.

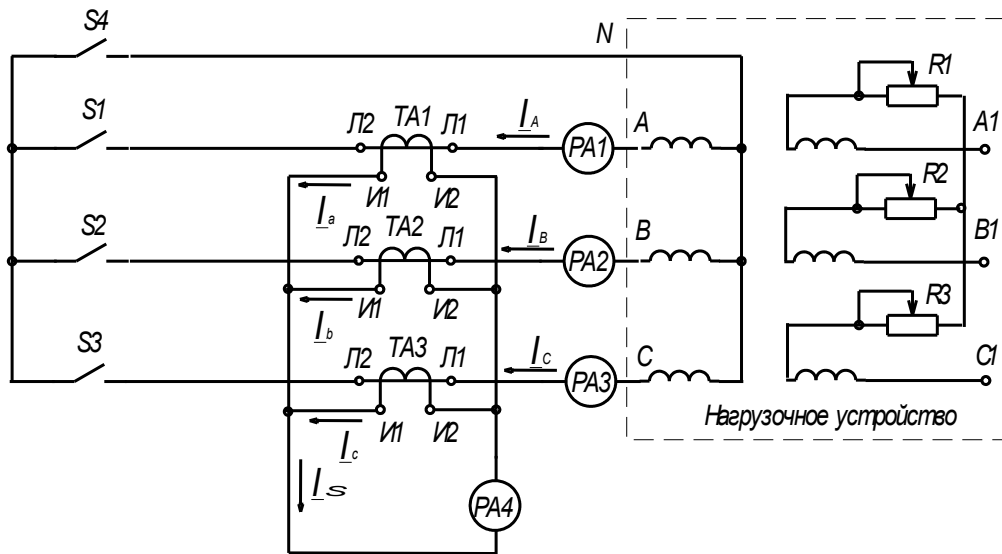


Рисунок 4 – Схема соединения трансформаторов тока в фильтр токов нулевой последовательности.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Чему равен коэффициент схемы при соединении трансформаторов тока в неполную звезду при двухфазном к.з.?

6.2. В чем заключается порядок построения векторных диаграмм вторичных токов?

6.3. Какой из амперметров на рисунке 1 включен как фильтр токов нулевой последовательности?

6.4. Почему в схеме по рисунке 3 ток в реле больше, чем вторичный ток трансформатора тока?

6.5. Почему в нагрузочном устройстве реостаты R1, R2, R3 включены со стороны звезды?

6.6. Почему для схемы рисунке 4 при обрыве провода на стороне высокого напряжения нагрузочного трансформатора сумма токов равна нулю?

Таблица 1 – Опытные данные для схемы полной звезды

№	Режим сети	I_A	I_B	I_C	I_a	I_b	I_c	I_0
1.1	3-х фазное КЗ (нагрузка ABC)							
1.1.1	Нормальная схема включения вторичных цепей							
1.1.2	Обрыв провода в одной фазе вторичной цепи ТТ (фаза В)							
1.1.3	Встречное (перевернутое) включение трансформаторов тока (фаза С)							
1.2	Двухфазное КЗ между любыми двумя фазами АВ (ВС, СА)							
1.3	Однофазное КЗ любой из фаз с нулевым проводом (А, В, С)							

Таблица 2 – Опытные данные для схемы неполной звезды

№	Режим сети	I_A	I_B	I_C	I_a	I_c	$I_{обр}$
2.1	Трехфазная нагрузка (КЗ)						
2.2	Двухфазное КЗ						
2.2.1	КЗ фаз АВ						
2.2.2	КЗ фаз ВС						
2.2.3	КЗ фаз СА						

Таблица 3 – Опытные данные для схемы на разность токов двух фаз

№	Режим сети	I_A	I_B	I_C	I_p	$K_{сх}$
3.1	Трехфазная нагрузка (КЗ)					
3.2	Двухфазное КЗ					
3.2.1	КЗ фаз АВ					
3.2.2	КЗ фаз ВС					
3.2.3	КЗ фаз СА					

Таблица 4 – Опытные данные для схемы подключения прибора (реле) к фильтру токов нулевой последовательности

№	Режим сети	I_A	I_B	I_C	I_p
4.1	Трехфазная нагрузка (КЗ)				
4.2	Двухфазное КЗ фаз АВ				
4.3	Однофазное КЗ фазы А				
4.4	Обрыв провода на стороне высокого напряжения нагрузочного трансформатора				

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства./ И.А. Будзко, Н.М. Зуль – М.: Агропромиздат, 1990. – 496 с.
- 2 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.
- 3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.
- 4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.
- 5 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 432 с.
- 6 Харкута Р.С. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства / Харкута Р.С., Яницкий С.В., Ляш. В. – М.: Агропромиздат, 1992. – 223 с.
- 7 Беркович М.А. Основы техники релейной защиты / М.А. Беркович, В.В. Молчанов, В.А. Семенов – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 396 с.
- 8 Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высшая школа, 1991. – 496 с.
- 9 Справочник по наладке вторичных цепей электростанций и подстанций / О.А. Гильчер, А.Е. Гомберг, Л.Ф. Колесников и др. – Под ред. Э.С. Мусяляна. – М.: Энергия, 1979. – 368 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ЗАВИСИМОЙ ОТ ТОКА ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство и принцип действия реле РТВ и РТ-85, научиться собирать схемы максимальных токовых защит, рассчитывать их уставки и выполнять настройку защиты для конкретных условий.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1. Изучить устройство и принцип действия токовых реле типа РТВ и РТ-85.

2.2. Рассмотреть схемы максимальных токовых защит, научиться рассчитывать их уставки и выполнить настройку защиты для конкретных условий.

3. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

3.1. Изучить токовые защиты сельских электрических сетей.

3.2. Самостоятельно составить таблицу 1 для снятия время – токовой характеристики реле РТВ при минимальной и максимальной уставке по времени.

3.3. Самостоятельно составить таблицу 2 для снятия время – токовой характеристики реле РТ-85/1 при минимальной и максимальной уставке по времени.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Изучить устройство и принцип действия вторичных токовых реле прямого и косвенного действия.

4.2. Собрать схему рисунка 1 и снять время – токовую характеристику реле РТВ при минимальной и максимальной уставке по времени.

4.3. После сборки схемы рисунка 1 поднять серповидный рычаг привода (если это требуется) в верхнее положение, включить автомат QF и запитать стенд УПС-62. Для снятия характеристик установить на стенде переключатели в следующие положения: S3 – реостат; S4 – 3-х фазн. КЗ; S5 – $U_{пе}$.

рем.; S6 – 50 А; S7 – ABC; S9 – реле; S10 – обесточ.; S11 – сек.; S12 – замык.; S13 – вкл.; S14 – откл.; S15 – откл. На встроенном в стенд трансформаторе тока следует устанавливать такие коэффициенты трансформации, чтобы было удобно производить отсчет значений токов.

4.4. Установить на реле РТВ минимальную уставку по времени, включить тумблер стенда S1; S11 установить в положение «сек. мер». S12 установить в положение, соответствующие состоянию контакта SQ2 (закрывающий или размыкающий); потенциометром RP1 установить значение тока срабатывания реле КА (около 10 А); тумблером S13 отключить на время установки тока секундомер.

4.5. Вернуть стрелку секундомера в исходное положение; поднять вверх серповидный рычаг привода выключателя; включить S13 и S1 и после срабатывания реле КА зафиксировать время срабатывания по секундомеру, отключить стенд тумблером S1.

4.6. Изменяя токи в реле КА (от 10 до 35 А), снять еще 5-6 значений времени срабатывания для фиксированных значений тока, всякий раз, повторяя п.4.5.

4.7. Собрать схему рисунка 2 и снять время – токовую характеристику реле РТ-85 по заданным преподавателем исходным данным.

4.8. Собрать схему рисунка 3, на которой в качестве выключателя следует использовать магнитный пускатель, силовые контакты которого КМ 1.2 включены в первичную цепь трансформатора тока ТА. На реле РТ-85 выставить рассчитанные уставки и, пропуская от стенда различные значения тока, убедиться в правильности работы защиты.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчет о проделанной работе следует включить:

5.1. Таблицы экспериментальных данных и построенные время – токовые характеристики реле РТВ и РТ-85.

5.2. Результаты расчетов уставок МТЗ, реализованной на индукционном реле.

5.3. Схемы МТЗ линии 10 кВ на реле РТВ и РТ-85.

5.4. Выводы о проделанной работе.

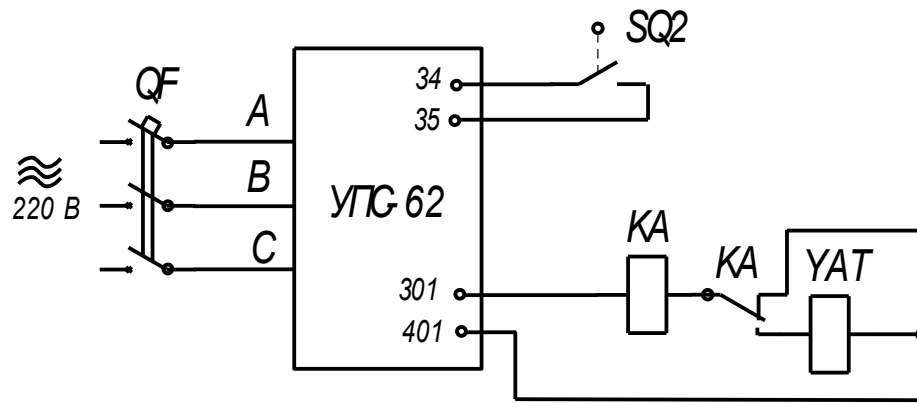


Рисунок 1 – Схема для снятия время – токовой характеристики реле РТВ

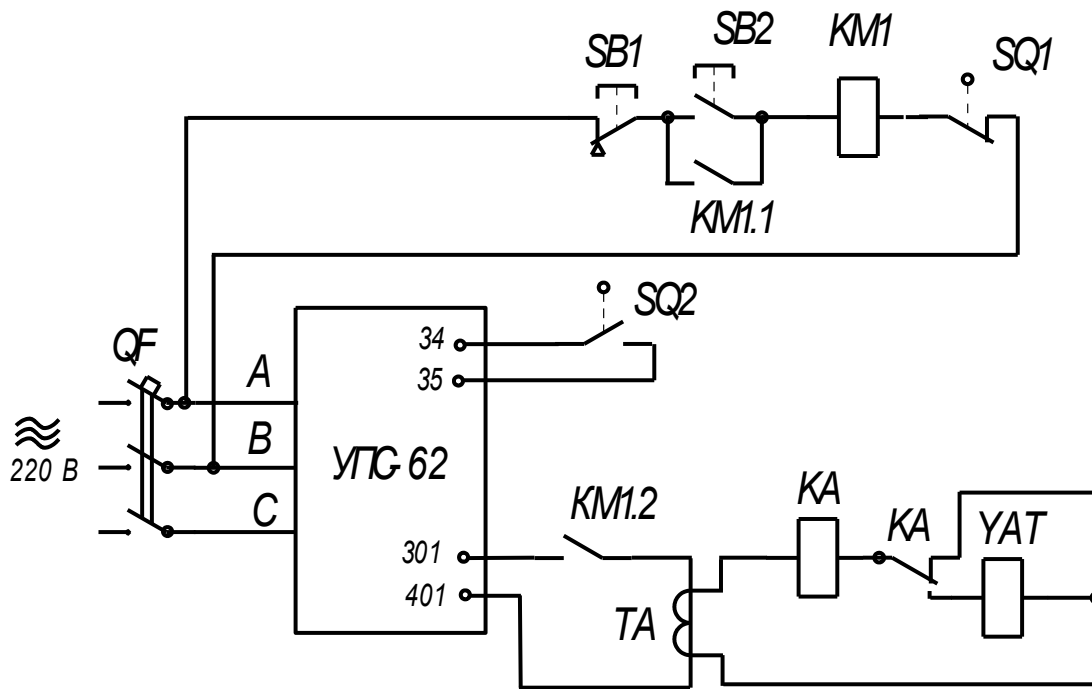


Рисунок 2 – Схема для снятия время – токовой характеристики реле РТ-85

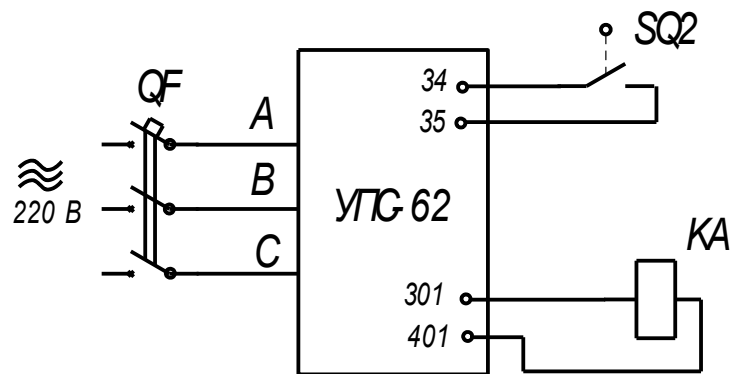


Рисунок 3 – МТЗ с реле РТ-85.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Чем и как регулируется уставка по току и времени у реле РТВ и РТ-85?

6.2. Какую время – токовую характеристику имеет РТ-85, и какими конструктивными элементами она реализуется?

6.3. Какова время – токовая характеристика у реле РТВ? Укажите основные недостатки реле прямого действия.

6.4. Почему в схемах МТЗ с реле РТ-85 не требуется промежуточных и сигнальных реле?

6.5. Как определяется уставка по току МТЗ?

6.6. Как достичь селективности в работе смежных МТЗ?

6.7. Какую время – токовую характеристику МТЗ Вы предпочтете для защиты сельских электрических сетей 10 кВ и почему?

ЛИТЕРАТУРА

1 Практикум по электроснабжению сельского хозяйства /Под ред. И.А. Будзко М.: Колос, 1982. – 319 с.

2 Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – Москва: КолосС, 2008 – 654 с.

3 Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 258 с.

4 Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие: учебное пособие / А.А. Сивков, Д.Ю. Герасимов, А.С. Сайгаш – Томск: ТПУ (Томский политехнический университет), 2014. – 184 с.

5 Фролов Ю.М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 432 с.

6 Харкута К.С. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства./ Харкута К.С., Яницкий С.В., Ляш Э.В. – М.: Агропромиздат. 1992. – 223 с.

Юндин Михаил Анатольевич
кандидат технических наук, профессор

Королев Антон Михайлович
кандидат технических наук, доцент

Головинов Валентин Васильевич
кандидат технических наук, доцент

Мартынов Александр Петрович
кандидат технических наук, доцент

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Учебно-методическое пособие

Издается в авторской редакции

Объем ЭИ: 1,11 Мб

Формат ЭИ: Portable Document Format (PDF)