Титульный лист методических рекомендаций и указаний; методических рекомендаций; методических указаний		Форма Ф СО ПГУ 7.18.3/40

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

Кафедра Электроэнергетики

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
Переходные процессы в токовых цепях релейной защиты
для студентов специальности 050718 – **Электроэнергетика**,
специализация **Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем**

Павлодар

Титульный лист методических рекомендаций и указаний; методических рекомендаций; методических указаний		Форма Ф СО ПГУ 7.18.3/40

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ Пфейфер Н.Э.
«____»_____ 20___ г.

Составитель: профессор, к.т.н. _____Кургузов Н.Н.

Кафедра Электроэнергетики

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине
Переходные процессы в токовых цепях релейной защиты
для студентов специальности 050718 – **Электроэнергетика**,
специализация **Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем**

Рекомендовано на заседании кафедры «Электроэнергетика»
«___»_____20__г., протокол №_____

Заведующий кафедрой_____Марковский В. П.

Одобрено МС энергетического факультета
«_____»_____20__г., протокол №____

Председатель МС _____Талипов О.М.

© Кургузов Н.Н.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Дисциплина «Переходные процессы в токовых цепях релейной защиты» дает возможность студентам изучить влияние переходных процессов в электроэнергетических системах на работу измерительных преобразователей тока релейных защит.

В соответствии с рабочей учебной программы «Переходные процессы в токовых цепях релейной защиты» студенты должны выполнить по данной дисциплине лабораторные работы.

Лабораторные работы способствуют углублению и закреплению знаний по дисциплине, помогают научиться анализировать полученные в результате вычислительного эксперимента результаты и использовать их в дальнейших расчетах.

После выполнения лабораторной работы необходимо подготовить отчет, в котором указать цель работы, основные исходные данные, результаты проделанной работы, выводы и, в необходимых случаях, свои рекомендации.

Согласно учебному рабочему плану лабораторные занятия включают в себя выполнение вычислительных экспериментов по следующим разделам учебной программы:

Номер лаб. занятия	Наименование темы	Объём в часах
1	Переходные процессы в электроэнергетических системах	7
2	Математические методы анализа переходных процессов в токовых цепях релейной защиты	8
Итого		15

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующая литература:

1) Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев и др.; Под ред. И.П. Крючкова и В.А. Старшинова. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 568 с.

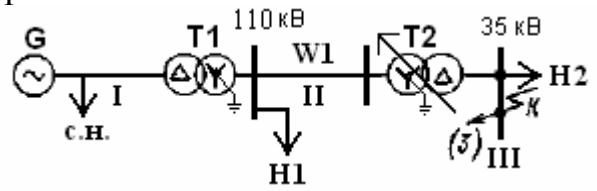
2) Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

3) Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования РД 153-34.0-20.527-98. /Под ред. Б.Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 152 с.

2 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Переходные процессы в электроэнергетических системах

Схема электрической сети



Исходные данные:

Генератор **G**:	ТВФ-120-2У3; Uг,ном = 10,5 кВ.
Трансформатор **T1**:	ТДЦ-125000/110; 121/10,5; *и*к=10,5%.
Трансформатор **T2**:	ТДН-40000/110; 115/38,5; *и*к=10,5%.
Линия **W1**:	АС-240; 20 км.
Нагрузка **H1**:	Обобщенная; 50 МВА.
Нагрузка **H2**:	Обобщенная; 35 МВА.

Лабораторная работа № 1 (7 часов)

План

1. Техника безопасности при выполнении лабораторных работ на ЭВМ.

2. Подготовка и ввод параметров схемы замещения.

3. Расчеты на ЭВМ токов трехфазного КЗ в относительных базисных единицах приближенным приведением схемы замещения. Сравнение полученных данных вычислительного эксперимента с аналитическими расчетами.

Задание

Определить начальные сверхпереходные токи (периодические составляющие тока в момент времени t = 0) во всех элементах электрической сети при металлическом трехфазном КЗ на шинах низкого напряжения (НН) трансформатора **T2** (точка К) без учета и с учетом влияния электродвигателей обобщенных нагрузок **H1** и **H2**.

Методические указания.

1. Расчет токов КЗ выполняется по программе **REGIM** (автор – старший преподаватель Третьяков Н.В.). Использование программного комплекса **REGIM** позволяет определить начальные значения токов КЗ при симметричных, а также при всех видах несимметричных КЗ. Параметры схемы замещения могут быть представлены как в именованных, так и в относительных базовых единицах.

2. Токи КЗ рассчитать при средних положениях регуляторов напряжения трансформаторов **T1** и **T2**, используя методику [1-3,5].

3. Исходные данные для генератора **G** и линии **W1** принять из [2], для узлов обобщенной нагрузки (состав потребителей 100% АД) принять из [3].

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы.

1. Для расчета токов КЗ на ЭВМ по программе **REGIM** необходимо подготовить и ввести с клавиатуры следующие исходные данные:

- количество узлов в схеме;
- количество ветвей схемы;
- номера граничных узлов (между которыми включены соответствующие ветви);
- численные значения сопротивлений и ЭДС ветвей.

2. В случае необходимости, можно произвести корректировку расчетных параметров.

3. После ввода номера узла, где рассматривается КЗ, производится расчет токов и напряжений во всех ветвях схемы при рассматриваемом виде КЗ. Результаты выводятся на экран монитора.

Тема 2. Математические методы анализа переходных процессов в токовых цепях релейной защиты

Лабораторная работа № 2 (4 часа)

План

1. Моделирование переходных процессов в ТТ защит элементов электрической сети при трехфазном КЗ на шинах НН трансформатора **Т2**.

Задание

1. Для электрической сети (см. практические занятия, задание № 1) выбрать ТТ по параметрам нормального режима.

2. Выполнить вычислительный эксперимент анализа переходного процесса в ТТ релейных защит элементов электрической сети.

3. Определить расчетные значения токовой, полной и угловой погрешностей ТТ. Сравнить полученные значения погрешностей с допустимыми значениями для релейных защит и сделать вывод.

Методические указания.

1. Параметры ТТ выбираются из базы данных ТТ с сердечниками для релейной защиты, приведенной в программном комплексе. Для некоторых релейных защит, например, токовой дифференциальной, номинальные коэффициенты трансформации ТТ следует выбирать с учетом их схем соединений, что дает возможность получения вторичных токов в нормальных эксплуатационных режимах, не превышающих значения

5 А. Условия и примеры выбора ТТ по длительному режиму приведены в [1].

2. Значения первичных токов ТТ принимаются по результатам выполненного практического задания № 1.

3. Вычислительный эксперимент производится с использованием программного комплекса **Трансформаторы тока** (автор – профессор, д.т.н. Богдан А.В.).

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

1. Для выполнения вычислительного эксперимента с одиночным ТТ с помощью программного комплекса **Трансформаторы тока** необходимо:

- в **Основном** меню выбрать опцию **Трансформатор тока;**
- в меню **Трансформатор тока** определить требуемую опцию **Каталог ТТ (1980** или **1989 г. изготовления);**
- в меню **Сердечники** выбрать опцию **Для релейной защиты;**
- в меню **Каталог** определить требуемый класс напряжения ТТ **(6-10 кВ** или другой**);**
- в меню **Трансформатор тока** выбрать ТТ**;**
- выполнить вычислительный эксперимент.

2. Для выполнения вычислительного эксперимента с группой ТТ с помощью программного комплекса **Трансформаторы тока** необходимо:

- в **Основном** меню выбрать требуемую схему соединения ТТ**;**
- в меню **Трансформатор тока** определить требуемую опцию **Каталог ТТ (1980** или **1989 г. изготовления);**
- в меню **Сердечники** выбрать опцию **Для релейной защиты;**
- в меню **Каталог** определить требуемый класс напряжения ТТ **(6-10 кВ** или другой**);**
- в меню **Трансформатор тока** выбрать ТТ**;**
- выполнить вычислительный эксперимент.

3. Сравнить полученные значения погрешностей с допустимыми значениями для данного типа релейной защиты.

Лабораторная работа № 3 (4 часа)

План

1. Моделирование переходных процессов в ТТ защит элементов электрической сети при однофазном КЗ на шинах ВН **Т1**.

Задание

1. Выполнить вычислительный эксперимент анализа переходного процесса в ТТ релейных защит энергоблока энергоблока **G – Т1**.

2. Определить расчетные значения токовой, полной и угловой погрешностей ТТ.

3. Сравнить полученные значения погрешностей с допустимыми значениями для релейных защит и сделать вывод.

Методические указания.

1. Параметры ТТ выбираются из базы данных ТТ с сердечниками для релейной защиты, приведенной в программном комплексе. Для некоторых релейных защит номинальные коэффициенты трансформации ТТ следует выбирать с учетом их схем соединений, что дает возможность получения вторичных токов в нормальных эксплуатационных режимах, не превышающих значения 5 А. Условия и примеры выбора ТТ по длительному режиму приведены в [1].

2. Значения первичных токов ТТ принимаются по результатам выполненного практического задания № 1.

3. Вычислительный эксперимент производится с использованием программного комплекса **Трансформаторы тока**.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

1. Для выполнения вычислительного эксперимента с одиночным ТТ с помощью программного комплекса **Трансформаторы тока** необходимо:

- в **Основном** меню выбрать опцию **Трансформатор тока;**
- в меню **Трансформатор тока** определить требуемую опцию **Каталог ТТ (1980** или **1989 г. изготовления);**
- в меню **Сердечники** выбрать опцию **Для релейной защиты;**
- в меню **Каталог** определить требуемый класс напряжения ТТ **(6-10 кВ** или другой**);**
- в меню **Трансформатор тока** выбрать ТТ**;**
- выполнить вычислительный эксперимент.

2. Для выполнения вычислительного эксперимента с группой ТТ с помощью программного комплекса **Трансформаторы тока** необходимо:

- в **Основном** меню выбрать опцию с требуемой схемой соединения ТТ**;**
- в меню **Трансформатор тока** определить требуемую опцию **Каталог ТТ (1980** или **1989 г. изготовления);**
- в меню **Сердечники** выбрать опцию **Для релейной защиты;**
- в меню **Каталог** определить требуемый класс напряжения ТТ **(6-10 кВ** или другой**);**
- в меню **Трансформатор тока** выбрать ТТ**;**

- выполнить вычислительный эксперимент.

3. Сравнить полученные значения погрешностей с допустимыми значениями для данного типа релейной защиты.