Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ФГБОУ ВО «Нижневартовский государственный университет»

Н.Н. Малышева

# МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕЙНЫЕ ЗАЩИТЫ

## ЧАСТЬ 1

Учебное пособие

Нижневартовск 2019 Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Нижневартовского государственного университета

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой электроснабжения промышленных предприятий ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт *Р.В. Клюев;* 

канд. техн. наук, начальник отдела продаж ЗСП-1 ЗАО «ГК "Электрощит"-ТМ Самара» *А.А. Зябкин* 

#### М 18 Малышева, Н.Н.

**Микропроцессорные релейные защиты. Часть 1 :** учебное пособие. – Нижневартовск: НВГУ, 2019. – 95 с.

#### ISBN 978-5-00047-512-6

В учебном пособии изложены принципы работы с микропроцессорными терминалами релейной защиты. Содержатся рекомендации по проверке и настройке уставок защиты блоков и составлению отчетов по проверке блоков Sepam 40. Рассмотрена организация работы защит для действующей электроустановки, программирование отдельных защит и комплексная работа защит устройства; дан анализ результатов проверки по осциллограммам.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» и курсов повышения квалификации «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения для руководителей служб и специалистов», «Пусконаладочные работы устройств релейной защиты и автоматики систем электроснабжения».

ББК 32.965-044.237

ISBN 978-5-00047-512-6

© Малышева Н.Н., 2019 © НВГУ, 2019

#### введение

В настоящее время, в связи с разработкой микропроцессорных релейных зашит, автоматического управления и цифровых ЭВМ, появляется возможность автоматического управления режимами работы электроэнергетических блоков электростанций, узловых общесистемных подстанций и магистральных линий электропередачи высокого и сверхвысокого напряжений.

Процесс производства и передачи электроэнергии постоянно подвергается случайным возмущающим воздействиям, и без автоматического управления его функционирование невозможно. Необходимо поддерживать в каждый момент времени равенство генерируемой и потребляемой мощности, защищать от возникающих коротких замыканий (КЗ), что обусловливает развитие технических средств автоматического управления в энергосистеме.

На современном этапе автоматическое управление производится отдельными электроэнергетическими объектами и взаимодействующими с ними микропроцессорными терминалами. Технические средства автоматического управления процессом производства и передачи электроэнергии делятся на автоматические устройства – автоматику управления нормальными режимами работы электроэнергетической системы (ЭЭС) и автоматические устройства противоаварийного управления.

Аварийная ситуация начинается с возникновения КЗ и нарушения баланса мощностей с последующим его отключением. Особенно опасно уменьшение частоты, приводящее к снижению производительности установок собственных нужд тепловых электростанций и в результате – к опасности необратимого ее падения — «лавины частоты». Аналогично снижение напряжения, обусловленное недостатком генерируемой реактивной мощности, может развиться в «лавину напряжений» [2].

Задачей учебного пособия является изучение схем подключения и проверки промышленных образцов микропроцессорных терминалов релейной защиты; формирование профессиональных навыков и компетенций у обучающихся в части использования промышленного оборудования; проверка микропроцессорной релейной защиты и автоматики с помощью PETOM-61 и анализ осциллограмм.

Часть 1 содержит указания по применению блока SEPAM 40 для защиты действующих электроустановок; необходимые рекомендации по параметрированию уставок и настройке устройств микропроцессорных релейных защит и автоматике (МРЗиА) для отдельных видов электроустановок.

## СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЅЕРАМ 40

Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики, как и простые устройства РЗиА, применяются для обеспечения и контроля нормальной работы действующих электроустановок. Обладают блочно-модульным исполнением. Работа модулей управляется процессором, располагаемым на центральной плате управления.

Работа блока релейной защиты Sepam 40 (рис. 0.1) определяется комплексом параметров, поступающих на устройство с измерительных трансформаторов тока, напряжения. Токи и напряжения являются контролируемыми параметрами, в соответствии с которыми устройством определятся наличие в защищаемых точках отклонения или повреждений нормального режима работы энергосистемы. Схема подключения прибора составлена в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя и требованиями, предъявляемыми к организации образовательного стенда по изучению принципов работы микропроцессорных устройств [5].





Схема подключения измерительных цепей изображена на рис. 0.2.

Кроме измерительных цепей к устройству Sepam 40 могут подключаться дополнительные устройства, так как логику их работы необходимо контролировать при помощи работы блока. К этим контактам могут подключаться блок-контакты силовых выключателей, дополнительно устанавливаемые реле и прочие устройства автоматизации. Данные схемы определяют логические структуры работы схемы и определяют ее функциональные возможности [5].



Рисунок 0.2 – Схема подключения измерительных цепей

Вторичные обмотки трансформаторов тока подключаются в соответствии со схемой (рис. 0.2). Токи поступают на измерительные устройства. В дальнейшем данные переводятся в цифровой формат в аналого-цифровом преобразователе, дополнительно определяются необходимые параметры (фазы, амплитуды и т.п.), вычисляются характеристики, устанавливаемые расчетным путем. Данные поступают на логическое устройство, которое анализирует и принимает решение о необходимости срабатывания тех или иных цифровых реле. Сигналы с логического устройства поступают в исполнительный орган, в котором располагаются выходные реле, включенные в цепи коммутационных устройств и приводящих их в действие.

Схема подключения вторичных цепей изображена на рисунках 0.3, 0.4.



Рисунок 0.3 – Схема подключения вторичных цепей



Рисунок 0.4 – Схема подключения цепей выходных реле

Схема подключения клеммной колодки экспериментального стенда изображена на рисунке 0.5.

	Sepam	S41	
A	76		A2 B-4
В	77		A2 B-5
С	78		A2 B-6
N	79		A2 B-3
N1	80		A2 A-18
N2	81		A2 A-19
	82		
EVA	83		A2 F-1
EVB	84		A2 E-2
EVC	85		A2 E-6
EVN	86		A2 E-3
	87		
+ FC	0.88		SE2-4
	6 89	Q2-1	A2 A-4
	6 90		A2 A-1
	6 91		SA1.2-1
	92	Q2-11	A2 M-2
	93	SA1 2-4	A2 A-7
	0.94	02.13	A2 M-5
	6 95	42.10	SA1 2-2
	96	SAC1 2-2	42 M-7
	97	0/10/1.2 2	A2 M-10
	98		A2 K-1
	99		42 K-6
	100		42 K-7
	101		A2 K-8
	107		42 K-9
	102		A2 K-10
	103	SAC2 2-1	A2 A-4
	105	5002.21	SAC2 2-2
	106		A2 A-10
	107	SAC2 2-3	A21-8
	108	SHOLL'S	SAC2 2.4
	109		A21-9
	110		A21-2
	111		A21-2
	112		A2 L-5
	112		M2 L-J 12 L 6
	113	LII 14/1 2 1	A2 L-0
	114	HLW1.2-1	AZ A-10 A21 12
FC	0.119	MLVVZ.Z-1	AZ L-12
- 20	110		072-2
	111	02.42	AZ A-Z
	9 118	QZ-12	AZ M-ŏ
I	0119		HLKZ-2

Рисунок 0.5 – Схема подключения выводов Sepam на экспериментальном стенде

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## Знакомство с принципами работы стенда и программным обеспечением

Задание: подключиться к блоку SEPAM 40 по интерфейсу Modbus.

Используя приложение SFT2841, выполнить настройку блока Sepam 40:

– выполнить настройку параметров блока;

- ввести уставки защит;
- настроить световую сигнализацию;
- настроить параметры хранения и передачи информации.

При помощи дисплея блока удостовериться в результативности настройки блока.

### Общие сведения

• Лабораторный стенд представляет собой металлическую стойку с установленными на ней блоками микропроцессорной защиты, клеммными колодками для подключения до-полнительного оборудования, реле фиксации положения.

• РП-11 используется для моделирования цепей выключателя сигнальными устройствами, для контроля работы устройств.

• Питание осуществляется при помощи источника переменного тока промышленной частоты, который подключается к стенду через выпрямитель, выполненный по схеме диодного моста.

• На лицевой панели стенда установлен ключ управления SQ1 для ручного управления силовым выключателем и сигнальные лампы, дублирующие указание положения.

• Для настройки уставок Sepam используется персональный компьютер, подключаемый к блоку по протоколу Modbus с использованием COM-порта, с установленным на нем приложением SFT2841, предоставляемым SchneiderElectric, которое позволяет производить все необходимые настройки блока. В зависимости от защищаемого объекта при помощи приложения можно вводить и выводить необходимые виды защит, обеспечить сигнализацию и предупреждение персонала о действии устройства.

#### Экспериментальная часть

1. Проверить состояние защитного заземления стенда.

2. Подать питание на стенд при помощи автоматического выключателя SF1, убедиться в наличии питания по индикации положения выключателя.

3. Убедиться в наличии питания по индикации блока Sepam 40, дождаться полной загрузки устройства.

4. Привести персональный компьютер в рабочее состояние.

5. Подключить порт лицевой панели устройства Sepam при помощи кабеля COM-USB к USB-порту персонального компьютера.

6. Запустить приложение SFT2841 (рис. 1.1), в окне программы нажать кнопку 💭.

SFT 2841
Русский
SFT 2841, программное обеспечение для конфигурирования Sepam
Вы хотите
Подсоединиться к Sepam
Серия 20 Серия 40 Серия 60 Серия 80 Применение 20 Применение 40 и 50 Применение 60 Применение 80
16 16 16 16
Buxon SFT 2841

Рисунок 1.1 – Окно подключения SFT 2841

7. Окно программы представляет собой интерфейс, который состоит из иконок, каждая из которых открывает доступ к разной части настроек блока. Данная панель разделяется полосами на 5 частей (рис. 1.2):

• управление доступом отвечает за работу с парольной защитой;

• работа с документом позволяет создавать, открывать и сохранять, производить печать редактируемых документов;

• панель редактирования уставок обеспечивает настройку параметров блока редактирование параметров, устанавливаемых защит, работу с жесткой и гибкой логикой устройства, редактором уравнений, настройку сигнальной части устройства;

• панель диагностики отвечает за контроль измерительных параметров, диагностику внутренних механизмов, запись событий;

• панель управления переключается между вкладками панели.

Конфигурация SE	онфигурация SEPAM		Применить Отме
Тип применения	Подстанция S41	Модель Sepam С Модель МХ (без встро С Модель МХ (со встрое	енного дисплея) нным аксплеем)
Дополнительные мадули МЕS (мадуль вхадае /г Ф. MES (мадуль вхадае /г	, њима ((+ 4П)	Режим синхронизации	От сети
С MES114 (модул МЕТ148 (модуль на 8 т МЕТ148 (модуль на 8 т	ь на 101 + 40) емп. датчиков) номер 1		
МSA141 (Модуль на от     МSA141 (Модуль анало     ОSM303 (Выносной гра	гового выхода) помер 2		
	P \$ 495)	1	

Рисунок 1.2 – Окно «Конфигурация Sepam»

Главная часть окна представляет собой панель с вкладками и настройкой уставок в соответствии с выбранным разделом. Здесь устанавливаются все необходимые настройки и уставки работы блока.

Панель состояния, расположенная внизу окна, отвечает за строку состояния, в которой указывается состояние подключения, тип подключаемого блока, дата и время.

8. Открыть вкладку «Конфигурация Sepam» (рис. 1.2) щелчком по иконке . На данной вкладке расположена информация по типу модели блока, устанавливаемых модулях. В данной работе не предусмотрена установка дополнительных блоков, поэтому требуется убрать при наличии все активные блоки. Обозначить название блока, например, «Sepam 40».

9. Вкладка «Основные характеристики» (рис. 1.3) отвечает за установку измеряемых параметров, измерительных ТТ и ТН схем соединения. Установить в соответствии с собранной схемой произвольным образом.

Файл Правка Эксплуатация Sepam	Параметрирование Опции Окно	?	-
🗅 🚅 🖃 🎒 🗖 📐 🏍 🛍 Fet	🖋 🏦 🕂 👻 🔥 🔫 🔫 🍃		
	Контроль ТТ/ТН ). Погика иправления ). Пари	an l	
Основные характеристи	1КИ		Применить Отмен
Частота сети	Трансформаторы тока		Дискретность счетчи
⊙ 50 Fu	Номинал. тока	TT 5A 💌	<u>  </u> .
С 60 Гц	Hue to The DOD TOY D	11.13	Активная энергия
	ј число тръров тока		0.1 кВт.ч
Выбор активной группы уставок	Номинальный первичный ток	250 A 🕂	
этот вывор определяет активную группу для всех защит.	Базовый ток (lb)	250 A +	Реактивная энергия
			0.1 кВар.ч
Группа уставок А	Период интеграции	5 💌 мин	
Телеуправление	Ток Ю Не измеря	ается 💌	
<ul> <li>Her</li> </ul>	Hereinen (m)	2 A -	
С Да	поминал. (по)	· · ·	
Рабочий язык Sepam	Трансформаторы напряжения		
<ul> <li>Английский</li> </ul>	Номинальное первичное напряжение	6 кв ÷	
С Русский	Номинальное вторичное напряжение	100 V B	
Ввод/фидер			
С Ввод	схема соединения I Н	021,032	
Фидер	Измерение напряжения V0	Не измеряется 💌	
Hashavenue dawn Sepam			

Рисунок 1.3 - Окно «Основные характеристики»

10. Вкладка «Контроль TT/TH» (рис. 1.4) отвечает за механизмы работы блока при нарушении связи между измерительными TT/TH и блоком микропроцессорной защиты. Позволяет устанавливать реакцию на повреждения на данном участке (полное отсутствие питания, изменения параметров, превышающих диапазон), а также временные уставки реакции.

📕 <u>Ф</u> айл <u>П</u> равка Эксплуатация <u>S</u> epam [	<u>П</u> араметрирование <u>О</u> пции	Ок <u>н</u> о <u>?</u>	_ 8 ×
🕶 🗅 📽 🗑 🚭 🗖 🖕 🗫 🛍 Fct 🥖	🖞 🏦 🗟 🕰 😽 🚄		
Состав Sepam Основные характеристики Кон	гроль TT/TH   Логика управлен	ия Пароль	
Контроль ТТ/ТН		Закрыть доп. параметры	Применить Отмена
Контроль трансформаторов тока	Контроль трансформатора н	апряжения	
Вкл. 🗖	Вкл. 🔽		
Выдержка времени 150 мс 📩	Частич. потеря (I2, V2) С Нет Г Да	Выдержка врем. (I2, V2) Ус 15 с : 5	тавка I2 Уставка V2 %In 10 %Vn
Поведение для 46/51N/32P/32Q Г Нет действия Г Блокировка	Полная потеря (3V/2U) С Нет Ф Да	Выдерж.врем.(3V/2U)	ест тока О Нет Ф. Да
	Поведение для 27/27D/32D Поведение для 27/27D/32D Поведение для 27/27D/32D Поведение для 27/27D/32D Поведение для 27/27D/32D	P/32Q/47/59/59N/51V	
	Поведение для 67 <ul> <li>Нет направлен.</li> <li>Блокировка</li> </ul>	Поведени Ф Нет на С Блоки	е для 67N аправлен. ровка
С Подсоединен Подстанция S41 Se	epam 20	В работе Телеупр	авление р 14/05/2018 16:26:25

Рисунок 1.4 – Окно «Контроль ТТ/ТН»

11. Вкладка «Логика управления» (рис. 1.5) настраивает управление выключателем, присутствие или отсутствие логической селективности, нормальное положение выходных реле.

Контрол	ь выключат	еля		_				
Сн	ет							
€д	a				алдартное применение			
Логичес	кая селекті	ивность		_	начение логических входов			
⊙н	ет				0	14		
ОД	a				Логический вход	инвер.	эдер.	
Парамет	трирование	выходных ре	ле					
	Испол.	Контакт	Имп.					
01	Дa	HO						
02	Дa	H3						
03	Дa	HO						
04	Дa	НЗ						

Рисунок 1.5 – Окно «Логика управления»

12. Вкладка «Пароль» (рис. 1.6) отвечает за безопасность и настройку парольной защиты блока.

=> 🗅 🗳 🖬 🎒 🖬	노 🐌 🕮 Fet 🌶 🏗 뉴 원 🛕 😽 🔫 🖌 🔛
Corrae Sepam   Ochoene	<ul> <li>№ № Гст </li> <li>№ № № № № № № № № № №</li> <li>карактеристики   Контроль ТТ/ТН   Логина управления Пароль</li> <li>Ведд пароля</li> <li>Возврат в рабочий режим</li> <li>Доступ к изменению защит</li> <li>Измененть пароль для веода уставок защит</li> <li>Пароль для установки защит</li> <li>№</li> <li>№</li> <li>Пароль для установки параметров</li> <li>№</li> <li>Пароль для установки параметров</li> <li>Пароль для установки параметров</li> <li>Пароль для установки параметров</li> <li>Пароль для установки параметров</li> </ul>
С Подсоединен Г	станция S41 Sepam 20 В работе Телеулравление р  14/05/2018 16:25:58

Рисунок 1.6 – Окно «Пароль»

13. На иконке ha панели инструментов расположены параметры уставок (рис. 1.7), каждая вкладка отвечает за один вид релейной защиты. Вкладки представлены цифровыми кодами, полная расшифровка расположена в главной части окна и технической документации блока Sepam 40. Вкладки, обозначенные затененным символом, требуют установки дополнительных модулей для работы.

	Гь 8∞ щП Fct 🖌 1 т	२२ <u>∧</u> 4√ 4			
50/51 50N/51N 50BF	46 67N 32P 27/27	5   59   59N   4	7 81 79		-
50/51 : Макси	мальная токовая в	з фазах	Закрыть доп. параметры	Применить Отмена	
	вкл. судерж.	Отключ.	с подтверждением	-	
Ступень 1		Ees no	тверждения		
Ступень 2		🔽 Без па	тверждения	·	
Ступень 3		🗆 Без по	тверждения	·	
Ступень 4		🗌 Без по	тверждения	•	
Группа А (Актив. группа)	Кривая отключения	Ток. уставка Выр	ержка Кривая удержан.	Время удержан.	
1	Независимая	400 A 3	с 🕂 Независимая 💌		
2	Независимая •		мс Независимая		Ξ
	Независимая 🔻	1.26 KA 1100	МС Независимая		
4	Независимая	1.26   кА 📑  100	мс 🔄 Независимая 💽		
1 1 1	Независимая 💌	400 A ÷ 3	с 🕂 Независимая 🔻	0 MC ÷	
2	Независимая 🗸	300 A ÷ 0	мс 🕂 Независимая 🔻		
3	Независимая 🔻	1.26 KA 100	мс 🕂 Независимая 🔻		
4	Независимая	1.26 KA - 100	мс Независимая 🔻		
Пореление при отк сочони					
	00 04 11 12 12 14 15 1C	17 10 10 0-0-6-	C		
Ститень 1	U3 U4 L1 L2 L3 L4 L3 L6	DUASE EA	а англ. Сообщ. на русск. с	X	
Ступень 2	X	PHASE FA	IIIT MT3	×	
Ступень 3		PHASE FA	ULT MT3	×	
Ступень 4		PHASE FA	ULT MT3	×	-
•					۴
С Подсоединен По	одстанция S41 Sepam 20		В работе Телеуг	равление р 14/05/2018 16:27:16	

Рисунок 1.7 - Окно «Релейные защиты»

14. Иконка «Логические уравнения» <sup>3</sup> (рис. 1.8) отвечает за редактирование управляемой логики блока. Посредством составления уравнений можно устанавливать необходимые алгоритмы селективности для настройки детальных механизмов работы защиты.

	SFT2841 - Sepam серии 40 - [Окно подсоединения]				
	<u>Ф</u> айл <u>П</u> равка Эксплуатация <u>S</u> epam <u>П</u> араметр	рирование <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>			- 8 ×
≪ە	🗅 🐸 🖃 🎒 🖬 노 🐝 🛍 Fet 🏓 🏦 🕇	५ 😢 🕂 😽 🔫 🛏 🗁			
	Логические уравнения			Применить	Отмена
			*	Ввод уравнени	й
				Сохранение переменных	VL24 · VL31
				⊙Да ОН	ет
				Выд. времени Создать Уд	цал. Измен.
				NeispZDZ	500.00 мс
				Avtomat	9.00 c
				Impuls	500.00 мс
				CHAPV	2.00 c
			Ŧ		
	4	•		Проверка уравне	зний
	Пологолиции 544 Болот 20	Pasfor		Tanaurananaurus n 14/06/	2019 16:20:52
	са подсоединен подстанция S41 Sepam 20	В расот	e	телеуправление р 14/05/2	2010 10:29:53

Рисунок 1.8 – Окно «Логические уравнения»

15. Группа следующих иконок 🖋 🕆 😪 🛦 🛩 отвечает за внутреннюю диагностику параметров, контроль характеристик, индикацию и осциллографирование.

16. Панель диагностики Sepam (рис. 1.9) контролирует состояние устройства, показывает версию программного обеспечения, наличие связи с дополнительно подключаемыми модулями, работоспособность протоколов связи, проверяет состояние внутренних механизмов, сигнализируя о неисправности. В этом окне контролируется состояние входов и выходов и индикационных ламп (рис. 1.10), состояние сигналов телесигнализации (рис. 1.11).







Рисунок 1.10 - Окно «Положение входов/выходов и ламп»

🔳 s	SFT2841 -	Sepam серии 40	) - [Окно под	оединения]							x
	<u>Ф</u> айл	Правка Эксплу	/атация <u>S</u> ep	am Парамет	рирование	<u>О</u> пции Ок <u>н</u>	o <u>?</u>			_ 8	×
وت=	🗅 🖻	88	노 🐎 🕮 F	ct 🖌 🎾 🦡 🔻	ት 👻 🚹 🕯	∀∣∢⊳					
Д	циагности	ка   Состояние ва	КОДОВ, ВЫХОДОВ	и ламп Состо	яние телесиг	налов					-
	Coct	гояние тел	песигнал	юв							
	TS 1	TS 17	TS 33	TS 49	TS 65	TS 81	TS 97	TS 113	TS 129		
	TS 2	TS 18	TS 34	TS 50	TS 66	TS 82	TS 98	TS 114	TS 130		
	TS 3	TS 19	TS 35	TS 51	TS 67	TS 83	TS 99	TS 115	TS 131		
	TS 4	TS 20	TS 36	TS 52	TS 68	TS 84	TS 100	TS 116	TS 132		
	TS 5	TS 21	TS 37	TS 53	TS 69	TS 85	TS 101	TS 117	TS 133		
	TS 6	TS 22	TS 38	TS 54	TS 70	TS 86	TS 102	TS 118	TS 134		
	TS 7	TS 23	TS 39	TS 55	TS 71	TS 87	TS 103	TS 119	TS 135		Ε
	TS 8	TS 24	TS 40	TS 56	TS 72	TS 88	TS 104	TS 120	TS 136		
	TS 9	TS 25	TS 41	TS 57	TS 73	TS 89	TS 105	TS 121	TS 137		
	TS 10	TS 26	TS 42	TS 58	TS 74	TS 90	TS 106	TS 122	TS 138		
	TS 11	TS 27	TS 43	TS 59	TS 75	TS 91	TS 107	TS 123	TS 139		
	TS 12	TS 28	TS 44	TS 60	TS 76	TS 92	TS 108	TS 124	TS 140		
	TS 13	TS 29	TS 45	TS 61	TS 77	TS 93	TS 109	TS 125	TS 141		
	TS 14	TS 30	TS 46	TS 62	TS 78	TS 94	TS 110	TS 126	TS 142	История	
	TS 15	TS 31	TS 47	TS 63	TS 79	TS 95	TS 111	TS 127	TS 143	0	
	TS 16	TS 32	TS 48	TS 64	TS 80	TS 96	TS 112	TS 128	TS 144	1	Ŧ
$\vdash$	C Don	соелинен Пол	станция S41	Sepam 20	III		В работе	Телеуправл	ение р 19/05/2	018 12:47:20	

Рисунок 1.11 - Окно «Состояние телесигналов»

17. Панель измерений 🖾 (рис. 1.12) определяет текущие параметры входных характеристик токов напряжений частот, фазное и линейное значение.

📰 SFT2841 - Sepam серии 40	- [Окно подсоед	инения]			x
📕 👲 айл 🔲 равка Эксплуа	тация <u>S</u> epam	Параметрирование	<u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>	-	5 ×
🗝 🗅 🐸 🖬 🎒 🖬 🗠	= 🍪 🛄 Fct	🎤 🏦 🕂 👻 🔔 י	∀   ∢ ⊳		
Ulf Другие Температур	ы				-
Измерения U I f					
Токи					
1 SIG	Фаза 1	Фаза	2 Фаза З		
Действующие значения	0	A	0	A	
Средние значения	0	A	0	А Сброс средн. и	
Максимальные значения	0	A	0	А макс. значений	
Ток нул. послед.(Вход Io)	0	A	Сумма 31 0	A	
Напряжения					Ξ
	Фаза 1	- Фаза	2 Фаза 3	Единицы напряжения	
Фазное напряжение	ļu	lu In	lu lu	⊂ B	
	U21	- U32	U13	— Скв	
Линейное напряжение	0		lo.		
Напр-е нул. послед.	0				
Напр-е прямой послед.	0				
Напр-е обратн. послед.	0				
Частота					
Частота	NEENN	Гц			
С Подсоединен Подст	анция S41	Sepam 20	В работе	Телеуправление р 19/05/2018 12:47:3	5 //

Рисунок 1.12 – Окно «Измерения UIf»

18. «Другие измерения» (рис. 1.13) отображают расчетные параметры активной и реактивной мощностей, параметры энергетических потоков.

□ ☞ 🛛 ቆ 🗖 🗖 🖕 ৯ 4	🖺 Fot 🎤 🏦 🕁 🕄	▲ ↔ 🖂 🕨		
І <u>Другие</u> Температуры				
Мощности		Макс. мощность		
Активная мощность	0.0 KW	Макс. активная мощность	0.0 kW	
Реактивная мощность	0.0 kVar	Макс, реактивная мощность	0.0 kVar	
Полная мощность	0.0 kVA			
Козф. мощности	NEXCES	Сброс максиметров н	ющности	
Энергии		Внешние счетчики		
Активная энергия+	0.0 MWh	Внеш. счетчик акт. энергии+	0.0 MWh	
Активная энергия-	0.0 MWh	Внеш. счетчик акт. энергии-	0.0 MWh	
Реактивная энергия+	0.0 MVarh	Внеш. счетчик реакт. энергии+	0.0 MVarh	
Реактивная энергия-	0.0 MVarh	Внеш. счетчик реакт. энергии-	0.0 MVarh	

Рисунок 1.13 – Окно «Другие измерения»

19. Вкладка «Температуры» при наличии подключенных датчиков отображает температурный режим.

20. Иконка «Диагностика сети» 🗄 (рис. 1.14) контролирует отклонение входных параметров тока и напряжения, необходимых для нормальной работы устройств, параметры нулевой и обратной последовательности, состояние небаланса между фазами электрической сети.

	SETT	941 Sonom com		automaal						x
	3512	:041 - Sepam cep	оии 40 - Юкно подсое	диненияј						
	j <u>ψ</u> a	ил Цравка Э	ксплуатация Sepam	Параметрирован	ие <u>О</u> пции Ок	<u>Ho (</u>			_ 6	×
			Fct	🖊 🎞 📅 🛎 🗸						
Ľ	Тран	сформатор/Двига	атель Контекст отклю	чения						
	P	циагностин	а сети							
	Урс	вень небаланса		0 % of I	ь					
	Phi0	) (Вход Іо)		*		Phil	0 (Сумма 3I) 🔤	•		
	Phi			*	Phi2	*	Phi3	•		
	Mar	ксимум обрат./пр	ям. последоват. тока	×××××× %	< Сброс	Максим. обрат./	/прям. последоват.	тока		
										E
•										
	C	Подсоединен	Подстанция S41	Sepam 20		В работе	Телеуправление	p 19/05/2018	12:48:09	- //

Рисунок 1.14 – Окно «Диагностика сети»

21. Вкладка «Контекст авар. отключения» (рис. 1.15) отображает параметры электрических характеристик в момент возникновения аварийного режима: напряжений и токов по фазам, электрической мощности, частоты, определяет место повреждения по сопротивлению линии.

(		
SFT2841 - Sepam серии 40 - [Окно подсое	динения]	
📕 Файл Правка Эксплуатация <u>S</u> epam	<u>П</u> араметрирование <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>	_ 8 ×
🕶 🗅 😅 🖬 🎒 🖬 노 🎭 🛍 Fot	🎤 🏗 🕂 😢 🔔 😽 🚄 🕨	
Трансформатор/Двигатель Контекст отклю	учения	<b>^</b>
Контекст авар. отключен	ИЯ Выбор контекста :	<b>•</b>
Выбрано авар, откл-е,	Токи	
	Pasa	Фаза 2 Фаза 3
	Величины ав. откл.	
Мощность	Ток нул послед. (Вход Io)	Сумема 31
Активная мощность	Ток прям. послед.	
Реактивная мощность	Ток обр. послед.	E
Harrora	Напряжения	
	Фаза	1 Фаза 2 Фаза 3
Частота	Фазные напряжения	
	U21	U32U13
Определение места повреждения	Линейные напряжения	
Фаза повреждения		
	Tranpose high hoched.	
Сопротивление повреждения	Напряж. прям. послед.	
	Harpay, oofo, pocgag	
And and an upper contractions	Transpose, odop, nocolog,	
× [	m	•
С Подсоединен Подстанция S41	Sepam 20 В работе	Телеуправление р 19/05/2018 12:48:21

Рисунок 1.15 - Окно «Контекст авар. отключения»

22. Иконка «Диагностика выключателя» 🧟 (рис. 1.16) определяет параметры срабатывания выключателя.

F12841 - Sepam серии 40 - [	)кно подсоединения]			
<u>Ф</u> айл <u>П</u> равка Эксплуата	ция <u>S</u> epam Параметрирование <u>O</u> r	ции Ок <u>н</u> о <u>?</u>		- 6
	Be 🗐 Fot   🎢 🏦 📅 🗟 🐴 😽			
Диагностика вы	лючателя			
Коммутационный ток отключ	ния			
Нач.знач-е коммутац.тока отключения (в (кА)))	0 < Начальное	значение		
Ток отключения (в (кА)I)	0 < l < 2ln 2ln < l < 5ln 5ln < l 0 0 0	< 10in 10in < i < 40in	l > 40In 0	
Коммутационный ток	0 (Сумма нач. значения к	оммутацион. тока и диап	азона	

Рисунок 1.16 – Окно «Диагностика выключателя»

23. Вкладка «История сигнализации» \land (рис. 1.17) отображает параметры срабатывания индикационных ламп и историю сообщений, выдаваемых блоком. Данные сообщения хранятся в памяти устройства и могут быть экспортированы по требованию пользователя.

🗐 S	FT2841 - Sepam cep	ии 40 - [Окно подсое	динения]				
	Файл ∏равка Эн	ксплуатация <u>S</u> epam	Параметрирование	<u>О</u> пции Ок <u>н</u> о	2		_ & ×
د=		🖬 노 🏍 🛍 Fct	1 🖌 🏗 🕂 🕄 🚹	₩ ₹ ₽			
A	варийные сообщения	Архив аварийных сос	общений				
	История си	гнализации					
	Лампы						
		I>51 I>>51	lo>51N lo>>51N	Ext	0 off	I on Tr	ip .
	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 (	C
	Неиспр.	L1 L2	L3 L4	L5 L	.6 L7	L8 I	.9
1							
[	Дата	Время	Ступень	Группа	Сообщение	Информац	ия
							E
•							
	С Подсоединен	Подстанция S41	Sepam 20	E	3 работе	Телеуправление р	19/05/2018 12:49:33

Рисунок 1.17 - Окно «История сигнализации»

24. Панель «Запись осциллограмм» 😽 (рис. 1.18) позволяет механически запускать цифровой осциллограф, а также выгружать из памяти устройства записи о последних ненормальных и аварийных режимах работы.

	ии 40 - [Окно подсоед	цинения]			
■ <u>Ф</u> айл Правка Эк	сплуатация <u>S</u> epam	Параметрировани	е <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о	2	_ & ×
ା 🗅 🐸 🗐 🎒	🖬 노 🐎 🗐 Fet	🖌 🏗 🕂 👻 🧘	∖ 😽 🚽 🖻		
Запись осці Восстановление заг	иллограмм исанных осцилограмм			Выделите записи и нажмите	3460b
Даты доступных з	аписей		, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	для их восстановления	a `
Запуск записи осци	лограмм			Hanna annua	
— Запуск записи осци. Запуск	плограмм			Новая запись	
— Запуск записи осци Запуск	плограмм С Выкл. С Вкл.			Новая запись Запуск SFT2826	
Запуск записи осци Запуск	плограння С Выкл. С Вкл.			Hosan sanuce	

Рисунок 1.18 – Окно «Запись осциллограмм»

25. По окончании изменения каждого параметра на каждой панели инструментов или вкладке необходимо нажимать кнопку «Применить», после чего запускается механизм синхронизации, и параметры сохраняются в память устройства.

26. При помощи лицевой панели устройства Sepam (рис. 1.19) нужно зайти в уставки и удостовериться в применении устанавливаемых уставок.

on X	⊳51 l≫51 lo>51N lo≫51N ext \\0 off \\1 on Trip
	, sta
	passwords
-	apply cancel
	Clear reset

Рисунок 1.19 – Дисплейная панель Sepam 40

Доступ к измерениям и параметрам обеспечивается с помощью клавиш:

- "mesure" (измерение);
- "diagnostic" (диагностика);
- "status" (состояние);
- "protection" (защита).

Доступ осуществляется через последовательность экранов. Эти данные распределены по категориям в четырех меню – петлях, связанных с четырьмя следующими клавишами:

клавиша (Ш) – измерения;

клавиша 🏵 – диагностика аппаратуры и дополнительные измерения;

клавиша 🔍 – основные параметры;

клавиша 🤟 – уставки защит.

Нажатие на клавишу позволяет перейти к следующему экрану цикла. Если на экране более 4 строк, то перемещение по экрану осуществляется с помощью клавиш управления курсором ().

Существуют три уровня доступа:

reset

• Рабочий уровень: позволяет осуществить доступ к считыванию информации со всех экранов и не требует никакого пароля;

• Уровень регулировки: требует введения первого пароля (клавиша 🗪) и позволяет

выполнять регулировку защит (клавиша

• Уровень параметрирования: требует введения второго пароля (клавиша () и позволяет также изменять основные параметры. Пароли может менять только оператор, выполняющий параметрирование. Пароли состоят из четырех цифр. По умолчанию пароль завода-изготовителя – 0000.

Клавиша <sup>(1)</sup> "mesure" (измерение) обеспечивает индикацию измерений, выполненных Sepam.

Клавиша <sup>©</sup> "diagnostic" (диагностика) обеспечивает доступ к диагностической информации выключателя, к контекстам отключения и к дополнительным измерениям для облегчения анализа повреждений.

Клавиша "alarm" (предупредительное сообщение) позволяет вывести на дисплей 16 последних, еще не стертых предупредительных сообщений в виде перечня или поочередно, сообщение за сообщением.

Клавиша "reset" (сброс) переводит Sepam в исходное положение (после исчезновения повреждения сигнальные лампы гаснут и происходит перезапуск защит). Предупредительные сообщения не стираются. Возврат Sepam в исходное положение должен быть подтвержден. Клавиша "позволяет ввести выполненные регулировки, параметры, выбранные меню или пароли.

Когда на индикаторе Sepam появляется предупредительное сообщение, клавиша "clear"

(очистка) позволяет вернуться к состоянию экрана до появления предупредительного сообщения или к более раннему, еще не квитированному, сообщению. Sepam не сбрасывается в исходное положение. В меню измерения или диагностики, или предупредительных сообщений клавиша "clear" позволяет обнулить средние значения токов, счетчик часов работы и пакет предупредительных сообщений, если они вызваны на дисплей. Когда на индикаторе Sepam нет никакого предупредительного сообщения, а оператор находится в ме-

ню "status", "protection" или "alarm", клавиша sыполняет функцию перемещения курсора вверх.

Нажатием в течение 5 секунд на клавишу lampstest (тестирование ламп) запускается последовательность тестирования ламп и экрана. Однако когда имеется предупредительное сообщение, клавиша "lampstest" не действует. Если на индикаторе Sepam нет никакого

предупредительного сообщения, а оператор находится в меню "status", "protection" или

"alarm", клавиша 🖤 выполняет функцию перемещения курсора вниз.

Клавиша "status" (состояние) позволяет осуществлять индикацию и ввод основных параметров Sepam, которые определяются характеристиками защищаемого оборудования, а также наличием различных дополнительных модулей.

Клавиша "protection" (защита) обеспечивает индикацию, регулировку, ввод или отключение защит.

Клавиша "wrench" («ключ») позволяет осуществить ввод паролей для доступа к режимам:

- регулировки;
- параметрирования и возврата к «рабочему» режиму (без пароля) [5].

27. Сохранить в приложении карту уставок. Завершить работу с приложением. Отключить кабель связи. Отключить питание стенда. Оформить отчет по проведенной работе.

#### Контрольные вопросы

- 1. Назначение программы SFT 2841.
- 2. За что отвечает вкладка программы SFT 2841 «Основные характеристики»?
- 3. За что отвечает вкладка программы SFT 2841 «Контроль TT/TH»?
- 4. За что отвечает вкладка программы SFT 2841 «Логика управления»?
- 5. Расшифруйте ANSI-коды защит блока Sepam40.

6. Назовите клавиши лицевой панели устройства Sepam 40.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 «Максимальная токовая защита»

Задание: выполнить настройку блока Sepam 40 с установкой максимальной токовой защиты. Удостовериться при помощи дисплея в результативности ввода уставок. При помощи РЕТОМ–61 выполнить проверку работы защит, заполнив соответствующие протоколы результатов работы.

#### Общие сведения

Основным признаком аварийного режима работы линии, вызванного коротким замыканием, является увеличение тока в линии. На этой особенности основывается принцип работы токовых защит.

Защиты срабатывают во время превышения током значения, установленного в защитных устройствах (уставки).

Выделяют следующие виды токовых защит: максимальные токовые защиты (МТЗ), то-ковые отсечки (ТО).

Токовая защита подразделяется на следующие виды:

- с зависимой выдержкой времени,
- с независимой выдержкой времени
- с ограниченно зависимой выдержкой времени.

Разница между этими двумя видами состоит в принципе обеспечения селективности срабатывания. Селективность токовых отсечек выстраивается установкой тока срабатывания защит. В максимальных токовых защитах селективность срабатывания обеспечивается при помощи выдержки времени.

Короткое замыкание в любой точке влияет на ток во всех участках сети: от источника питания до точки повреждения (рис. 2.1). В результате его возникновения срабатывают соответствующие защиты на этом участке [3].





Все релейные защиты в нормальном режиме работы должны соответствовать условиям чувствительности, т. е. должны надежно срабатывать при достижении значения уставок, вызванных увеличением тока выше номинального значения в линиях электропередач. Контроль данного параметра устанавливается правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и обеспечивается параметром, называемым коэффициентом чувствительности.

При одностороннем питании линии максимальная защита устанавливается в начале каждой линии ближе к источнику питания. Отдельная защита устанавливается на каждую линию и позволяет отключить ее в случае повреждения на самой линии, а также на шинах питающей подстанции.

Селективность срабатывания защит обеспечивает отключения только поврежденных линий, позволяя системе продолжать нормальную работу. Селективность максимальных

защит обеспечивается при помощи выдержек времени, увеличивающихся в направлении от потребителя к источнику питания.

При недостаточной чувствительности МТЗ во время короткого замыкания, а также обеспечения лучшей отстройки от токов нагрузки, применяется блокировка, по напряжению организуемая при помощи органа минимального напряжения.

При наличии блокировки по напряжению защита будет срабатывать в случае снижения напряжения ниже значения уставки.

При превышении нагрузки сверх номинального значения напряжение снижается, но недостаточно для пуска защит, поэтому данная защита не срабатывает при перегрузках.

Многолетний опыт эксплуатации силовых трансформаторов в распределительных сетях 6–10 кВ указывает на относительно большую вероятность отказа (повреждения) трансформаторов по сравнению с другими элементами сети (шинами, ячейками распределительных устройств).

Наиболее опасными для самого трансформатора и для элементов прилегающей электрической сети являются междуфазные КЗ – трёхфазные и двухфазные. Они сопровождаются большими токами, как правило, во много раз превосходящими номинальный ток трансформатора, и могут вызывать глубокие провалы напряжения в сети. При возникновении таких повреждений трансформатор должен быть немедленно отключён от всех источников питания, чтобы предотвратить дальнейшее развитие повреждения и, в особенности, возникновение пожара.

При близких КЗ на элементах питаемой сети низшего или среднего напряжения через понижающий трансформатор проходят токи, намного превышающие его номинальный ток. Эти токи, называемые сверхтоками КЗ, оказывают вредное термическое и динамическое воздействие на обмотки трансформатора. Для ограничения длительности термического воздействия тока КЗ необходимо отключить трансформатор, причём тем быстрее, чем больше значение сверхтока внешнего КЗ.

В процессе работы силового трансформатора возникают режимы работы, когда токи превышают значения рабочих и даже токов перегрузки трансформатора в связи с замыканиями, возникающими в работе электрических схем на шинах трансформаторов или на питающейся от трансформатора нагрузке. Длительная работа трансформатора в таких режимах не рекомендуется и даже недопустима. Для этих случаев применяется максимальная токовая защита трансформатора [1].

Для защиты понижающих трансформаторов малой мощности от повреждений и ненормальных режимов в соответствии с ПУЭ и на основании расчёта применяются следующие основные типы релейной защиты.

1. Токовая отсечка без выдержки времени – от коротких замыканий на наружных выводах высшего напряжения (ВН) трансформатора со стороны питания и в части обмотки ВН, для трансформаторов, не оборудованных продольной дифференциальной защитой; с действием на отключение.

2. Максимальная токовая защита (с пуском или без пуска по напряжению) – от сверхтоков, обусловленных внешними междуфазными короткими замыканиями на сторонах НН или СН трансформатора, для всех трансформаторов, независимо от мощности и наличия других типов релейной защиты; с действием на отключение.

3. Максимальная токовая защита в одной фазе – от сверхтоков, обусловленных перегрузкой, для трансформаторов начиная с 400 кВА, у которых возможна перегрузка после отключения параллельно работающего трансформатора или после срабатывания местного или сетевого автоматического ввода резерва (ABP); с действием на сигнал или на автоматическую разгрузку.

На трансформаторах мощностью менее 1 MBA MT3 является основной защитой от токов, обусловленных K3 в трансформаторе, т. к. на этих трансформаторах обычно не установлены дифференциальная и газовая защиты. МТЗ кроме того является основной защитой шин HH, а также резервной защитой для элементов сети HH.

На трансформаторах мощностью 1 MBA и более МТЗ предназначена для действия в качестве основной защиты при КЗ на шинах НН и CH, и в качестве резервной – при КЗ на отходящих элементах сетей НН и CH.

На понижающих трансформаторах МТЗ (рис. 2.2) всегда устанавливают со стороны основного питания, а на многообмоточных трансформаторах, кроме того, – на сторонах НН и СН.

Максимальная токовая защита в первую очередь воздействует на выключатель, установленный на стороне высшего напряжения, т. к. ток на этой стороне ниже [6].



Рисунок 2.2 – Принципиальные схемы токовых защит трансформатора

Избирательность максимальной токовой защиты достигается уставками времени, устанавливаемыми с учетом уставок других защит, которые установлены на предшествующих элементах сети, ток отстраивается от тока нагрузки в максимально допустимом режиме работы. Чувствительность защиты проверяется при помощи коэффициента, который должен находиться в пределах установленных ПУЭ, т. е. Кч > 1,5 в случаях повреждений на стороне низкого напряжения и Кч > 1,2 на конце отходящих линий с нагрузкой.

Отрицательными моментами в работе защиты может быть малая чувствительность и тем самым отсутствие реакции на замыкание в витках обмотки трансформатора, и задержка при срабатывании во время протекания межфазных замыканий.

Увеличения чувствительности защит можно достичь при помощи установки дополнительных органов минимального напряжения, способных блокировать работу устройства до тех пор, пока напряжение не снизится до значения уставки, тем самым помогая отстроиться от токов перегрузки или удалённых коротких замыканий.

В этом случае при выборе уставки можно не принимать во внимание значение тока самозапуска двигателя, а принимать номинальное значение тока, т. к. орган минимального напряжения не позволит отключить трансформатор при небольших просадках напряжения и увеличении тока в момент самозапуска. Микропроцессорные устройства работают в соответствии с алгоритмами, заданными в процессоре устройства в случае базовых задач, или на основе алгоритма, построенного пользователем для задач нетипового использования. В случае с максимальной токовой защитой она является основной защитой для любых энергообъектов, и логика ее работы всегда заложена в работе блоков релейной защиты и автоматики. Для устройства Sepam 40 логическая схема работы устройства представляет собой следующую блок-схему (рис. 2.3) [5].





В соответствии с данной схемой можно определить перечень сигналов, необходимых для срабатывания защиты на выходных реле блока.

— блок показывает необходимость превышения током I значения уставки Is для получения логической единицы на выходе;

\_\_\_\_\_ – блок показывает, что значение минимального среднеквадратичного тока должно быть меньше измеряемого тока;

\_\_\_ блок позволяет вводить ограничение действия защит от 2-й гармоники тока;

🗖 – блок устанавливает уставку по времени срабатывания;

-инверсия сигнала на выходе;

~ le

I < Iscmin/2

H2 restraint

& – блоки означают логическую функцию «И», устанавливая логическую единицу при выполнении всех условий на входе.

Подключение и проверка работы уставок защит осуществляется через клеммную колодку XT1, к которой подключаются выходные контакты проверочного блока релейной защиты PETOM-61 в соответствии со схемой соединения токовых и дискретных входов и выходов.

#### Экспериментальная часть

1. Проверить состояние защитного заземления стенда.

2. Подать питание на стенд при помощи автоматического выключателя SF1, убедиться в наличии питания по индикации положения выключателя.

3. Убедиться в наличии питания по индикации блока Sepam 40, дождаться полной загрузки устройства.

4. Привести персональный компьютер в рабочее состояние.

5. Подключить порт лицевой панели устройства Sepam при помощи кабеля COM-USB к USB-порту персонального компьютера.

6. Запустить приложение SFT2841, в окне программы нажать кнопку 💭 (рис. 2.4).

📕 SFT 2841			X
	💼 Русский	•	
SFT 2841, прогр конфигурирован	аммное обеспечение д иия Sepam	าя	
Вы хотите			
	Подсоединиться	< Sepam	
Серия 20 Применение 20	Серия 40 Применение 40 и 50	Серия 60 Применение 60	Серия 80 Применение 80
	Выход SF	T 2841	

Рисунок 2.4 – Окно подключения SFT 2841

7. Открыть вкладку «Конфигурация Sepam» (рис. 2.5). В данной работе используется расширительный модуль MES114, установить «галочку» напротив. Обозначить название блока, например, «Sepam 40». Модель блока выбрать «MD» (со встроенным дисплеем). В текстовом поле «Тип Sepam» указать тип – MT3.

став Sepam   Основные харак Конфигурация SI	теристики   Контроль ТТ/ТН   Логи ЕРАМ	ика управления   Пароль	Применить Отмен
Тип применения Тип Sepam	Подстанция S41 Sepam 20	Модель Sepam С Модель МХ (без встро С Модель МХ (со встрое	иенного дисплея) нным дисплеем)
Дополнительные модули МЕЗ (модуль входов Ф. MES108 (мод С. MES114 (моду	<b>/выходов)</b> уль на 41 + 40) пак на 101 + 40)	Режим синхронизации	От сети 🗾
<ul> <li>МЕТ148 (модуль на 8</li> <li>МЕТ148 (модуль на 8</li> <li>МЕТ148 (модуль на 8</li> </ul>	темп. датчиков) номер 1 темп. датчиков) номер 2 погового выхода)	1	
<ul> <li>DSM303 (Выносной г</li> <li>АСЕххх (Модуль связ</li> </ul>	рафический экран ) и R\$485)		

Рисунок 2.5 – Конфигурация Sepam

8. Выбрать вкладку «Основные характеристики» (рис. 2.6). Установить в поле «Частота сети» частоту – 50 Гц. В поле «Выбор активной группы» выбрать – «Группа уставок А». «Телеуправление» установить – нет. В поле «Рабочий язык Sepam» выбрать – «Русский». В поле «Ввод/фидер» выбрать – «фидер».

В поле «Трансформаторы тока» установить следующие показатели:

- номинал тока TT 5A;
- число трансформаторов тока I1, I2, I3;
- номинальный первичный ток 5 А;
- базовый ток 5А.

Файд Правка Эксплуатация Sepam	Параметрирование Опции Окно	?	- 6
🗅 🗃 🖩 🎒 🖬 🗠 🗞 🕅 Fot	1 + + + + + + + + + + + + + + + + + + +		
став Sepam Основные характеристики К	онтроль TT/TH   Логика управления   Паро	оль	
Основные характеристи	ки	- -	Ірименить Отмена
Частота сети	Трансформаторы тока		Дискретность счетчика
€ 50 Eu	Номинал. тока	TT 5A 💌	
С 60 Гц	Число тр-ров тока	11,13 💌	Активная энергия
Выбор активной группы уставок	Номинальный первииный ток	250 A -	KBT.4
Этот выбор определяет активную группу для всех защит.	Базовый ток (lb)	250 A ÷	Реактивная энергия
Группа уставок А 💌	Период интеграции	5 💌 мин	0.1 кВар.ч
Телечправление	Ток Ю Не измеря	тется 💌	
• Нет	Номиная (Ip0)	2 A	
С Да	(no)		
Рабочий язык Sepam	Трансформаторы напряжения		
Английский	Номинальное первичное напряжение	6 кв 🕂	
С Русский	Номинальное вторичное напряжение	100 V B	
Ввод/фидер			
С Ввод	Схема соединения ТН	021,032	
🛈 Фидер	Измерение напряжения V0	Не измеряется 💌	
Назначение ламп Sepam			

Рисунок 2.6 – Окно «Основные характеристики»

9. На вкладке «Логика управления» (рис. 2.7) в поле параметрирования выходных реле установить «О12» Испол. – да.

GFT2841 -	Sepam cep	оии 40 - [Окн	о подсоед	инения]						- 0 <b>- X</b>
Файл [	<u>п</u> равка Э	ксплуатация	Sepam	Парамет	грирован	ние <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>				- 5
🗅 🖻	E 🚳	<b>.</b> 20	🗂 Fct	P 🕮	ት ዊ 🕯	<u>1</u> ₩ 🔫 🕨				
остав Ѕер	am IОснов	ные характер	истики   К	онтроль Т1	7ТН Ла	гика иправления Пароль]				
	1		1							
Логи	ка упр	авлени	я					Пр	именить	Отмена
K										
- контрол	ь выключал	еля								
ОН	ет				Станд	артное применение				
ΘД	a									
- Погичес	кая селект				Назначе	HUE ODEWECK WY BYODOB				
C U	KGH CEJICKI	NDHOCID				пис логических входов				
• н	ет					Логический вход		Инвер.	Удер.	
СД	a				111	Выключатель отключен				
					112	Выключатель включен				
Tapame	грирование	выходных ре		-	113	Не используется	-			
	Испол.	Контакт	Имп.		114	Не используется	-			
01	Дa	HO			121	Не используется	-			
02	Дa	H3			122	Не используется	-			
03	Дa	HO			123	Не используется	-			
04	Дa	H3			124	Не используется	-			
011	Дa	HO			125	Не используется	-			
012	Дa	HO			126	Не используется	-			
013	Дa	HO								
014	Дa	HO								
С Подо	соединен	Подстанция	S41	Sepam 222		В работе	Теле	управлені	ие p 18/06/	2018 18:35:04

Рисунок 2.7 – Окно «Логика управления»

10. На иконке 🐚 панели инструментов расположены параметры уставок, на вкладке 50/51 расположены уставки Максимальной токовой защиты в фазах.

В данной вкладке производится конфигурация настроек прибора при возникновении на защищаемом объекте токов, превышающих допустимые значения: параметры токовых и временных уставок, конфигурация срабатывания выходных реле и сигналов, логические элементы срабатывания (блокировки по другим органам защиты), тип срабатывания (импульсный или с удержанием) и воздействие на автоматический выключатель.

В объеме данной лабораторной работы необходимо проверить срабатывание защит по трем ступеням.

Установить параметры (рис. 2.8):

• Активировать ступени, устанавливая «галочку» на пересечении строки «Ступень 1», «Ступень 2», «Ступень 3» и столбца «Вкл.».

• Активировать работу на отключение выключателя, устанавливая аналогичным образом символ в столбце «Отключ.».

• В поле «Группа А» для первой ступени выбрать характеристики срабатывания: кривая отключения «Независимая», ток уставки – «4 А», выдержка – «0 с». Параметры удержания не устанавливать.

• Для второй ступени: кривая отключения «Независимая», ток уставки – «3 А», выдержка – «1 с». Параметры удержания не устанавливать.

• Для третьей ступени: кривая отключения «Обратно зависимая», ток уставки – «2 А», выдержка – «10 с». Параметры удержания не устанавливать.

• В поле «Поведение при отключении» установить «галочку» на пересечении строки «Ступень 1», «Ступень 2», «Ступень 3» и столбца «L1».



Рисунок 2.8 - Окно «50/51 Максимальной токовой защиты в фазах»

ПО ОКОНЧАНИИ ВВОДА УСТАВОК НАЖАТЬ КНОПКУ «ПРИМЕНИТЬ»!!! Только после нажатия кнопки происходит обмен данными с терминалом защит и информация об уставках вносится в память устройства.

11. Произвести проверку действия терминала на параметрируемые уставки защит. Для этого подключить устройство РЕТОМ-61 в соответствии со схемой подключения (рис. 2.9):



Рисунок 2.9 – Схема подключения токовых и дискретных цепей РЕТОМ–61 к блоку Sepam 40

12. Запустить приложение «РЕТОМ.exe» от имени администратора (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 - Окно «РЕТОМ-61»

13. Подать питание на РЕТОМ-61 кнопкой включения на лицевой панели устройства и ожидать загорания сигнального светодиода «Готовность», который сигнализирует о готовности прибора к началу работы.

14. Провести проверку в ручном режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Ручное управление».

В открывшемся окне программы (рис. 2.11) можно в ручном режиме подавать токи на проверяемое устройство.



Рисунок 2.11 – Окно «Ручное управление»

Контроль срабатывания устройства производится в поле «Входы дискретные» по изменению цифровых светодиодов с зеленых на красные, необходимо обратить внимание на тип контакта (НО или НЗ), он должен соответствовать контакту в терминале.

- В поле «Ток» в выпадающем меню выбрать «Управление IABC».
- В поле «Амперметр» установить «Шаг» 0,5 А.

• Включить программу, активируя красную кнопку в правой верхней части. О подключении к прибору программы будет свидетельствовать характерный звук срабатывания реле в работе прибора.

• Постепенными нажатиями на стрелку влево или вправо в поле «Амперметр» необходимо довести значение тока до значения параметрируемой уставки.

При срабатывании реле производится щелчок РП–11 (отключается автоматический выключатель), на дисплейной панели отображается сообщение «МТЗ» и загорается светодиод L1, в окне проверки «Ручное управление» в поле дискретных сигналов цвет цифрового светодиода меняется с зеленого на красный.

При снижении значения тока ниже уставки реле автоматически возвращается в исходное состояние.

• Определить значения: Іср, Тср, Ів, вычислить Кв реле.

• Перед отключением снизить ток в поле амперметра до нулевого значения и отключить PETOM-61 в окне программы, сквитировать сигнал о срабатывании на дисплейной панели или в программе SFT2841 (рис. 2.12).

🗐 SFT2841 -	Sepam cep	ии 40 - [Окно по,	соединения]								x
<u>Ф</u> айл	Правка Эн	ксплуатация <u>S</u> e	am Парамет	рирование	Опции С	)к <u>н</u> о <u>?</u>				-	Ξ×
🖘 🗅 🖻			- ct 🎤 🕆 🖓	4 😪 🔥	⊷  ⊲ ⊧	2					
		<u> </u>									
Аварийные	е сообщения	Архив аварийны	к сообщений								- 11
Сигн	ализац	ия									
_ Лампы										_	
		>51  >>	51 lo>51N	lo>>51N	Ext		0 off	l on	Trip		
	)	0 0		0	0	0	0	0	0		
Hev	юпр.	L1 L	2 L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9		
										-	
	Дата	Время	Ступе	нь	Группа		Сообщение	Инфо	рмация	_	
	18/06/18	18:40:19.	41 Utynei	нь 1			UNUERVULIA	GE		_	E
	18/06/18	18:32:04.0	20 Crynei 20 Crynei	нь I 1	rpynna A		EARTH FAULT			-	
	14/06/18	17:50:09	120 Crynei 160 Crynei	16 I 	rpynna A		EARTH FAULT			-	
	14/00/10	17.50.06.	cigile	10 1	T pgrina A		Cantin Raven			_	
			Очистить	1	C	ópoc					+
•			-								F
🌻 🖸 Под	соединен	Подстанция S41	Sepam 222			Уста	новка пара Те	елеуправле	ние р 18/06/	2018 18:42:23	1

Рисунок 2.12 - Окно «Сигнализация»

• В панели, обозначенной желтым треугольником, кнопками «сброс» и «очистить» вернуть силовой выключатель при помощи ключа управления SQ1 на лицевой панели стенда в рабочее положение.

• Повторить проверку для всех ступеней уставок защит.

15. Провести проверку реле в автоматическом режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Проверка реле тока» (рис. 2.13) в окне программы «РЕТОМ61.exe».

Проверка реле тока	
хив Уставки и условия проверки Проток	ол Помощь Выход
) 🔚 🖬 📰 📰 🕅	> sop 🤜 🥥 📲
Тип реле	
Sepam42s	Реле максимального тока
Кол-во ступеней 3	Результаты проверки реле
Частота 50.0 Гц	Результаты времятоковой
Выбранные проверки по ступеням 1 2 3 4 5 6 7 8	Режим каналов напряжения Uab 0.00 В
Ток срабатывания + + +	U 0.00 В Угол 0.0 о Режим каналов напряжения "Зависимый от КЗ" означает, что вместе с током проверки
Ток возврата +	<ul> <li>Не использоваты</li> <li>Не использоваты</li> <li>Напряжений, соответствующая этому виду</li> <li>К.З. где напряжение К.З. и угод между</li> </ul>
К возврата + · ·	С Зависимый от КЗ
Время срабатывания + · ·	С ~Uab (оперативное питание) ~Uc (для направленных защит - 3U0) мис (для направленных защит - 3U0)
Время возврата +	С =Uab (оперативное.питание) "Uc (для направленных защит - 3U0) равен 75°), то это означает, что при подаче тока КЗ будет выдаваться напряжение КЗ,
Время-токовая характеристика +	С Зависимый от КЗ. Р = U*lycт = const будет равно 57.738 С Зависимый от КЗ. Z = U/lycт = const

Рисунок 2.13 - Окно «Проверка реле тока»

- В текстовом поле программы «Тип реле» указать «Sepam 40».
- Количество ступеней 2 ступени.
- Открыть окно «Условия и уставки проверки» (рис. 2.14, 2.16) нажатием на изображе-

```
ние
```

• Проверку защит провести в 2 этапа, для каждой ступени отдельно.

• В поле уставок снять «галочку» со второй ступени и установить параметры проверки в соответствии с таблицей 1.1.

	Таблица 2.1 – Параметры проверки
Параметр	Значение
Icp, A	4,0
Ib, A	3,8
Кв	0,95
Tcp, c	0,05
Тв, с	0,033
Погрешности	5-10%

• В окне «условия проверки» внести параметры в соответствии с таблицей 1.2:

	Таблица 2.2 – Параметры проверки
Параметр	Значение
Проверки	Іср, Ів, Кв, Тср, Тв
Вид КЗ	AN
Імин_Іср, А	3,8
Імакс_Іср, А	4,8
dT, A	0,05
Імин_Тср, А	0
Імакс_Тср, А	4,1
Ткз_ІсрТср, с	0,156
N пусков	1



Рисунок 2.14 – Окно «Условия и уставки проверки»

• Нажать «ОК» и в окне «Проверка реле тока» нажать кнопку «Start», которая изображена в виде зеленого треугольника.

• В результате проверки текст во всех строках должен быть синего цвета (рис. 2.15, 2.17). В поле «Результат» значение должно быть «Ок», если результаты ошибочны, следует изменить условия проверки и отрегулировать уставки реле в терминале.

			_ Pe	ежим отображения резул	ьтатов	
				О Абсолютные величинь	и 💽 Среднее	
Ступень	Вид КЗ	Параметр	Уставка	Замер	Погрешность,%	Результат
1	AN	lcp,A; N=1	4.000	~4.0500 1.25%	1.251.25	Ok
1	AN	IB,A; N=1	3.800	~3.7900 -0.26%	-0.260.26	Ok
1	AN	Кв; N=1	0.950	~0.9358 -1.49%	-1.491.49	Ok
1	AN	Tcp,c; N=1	0.050	~0.0540 8.00%	8.008.00	Ok
1	AN	Тв,с; N=1	0.033	~0.0321 -2.73%	-2.732.73	Ok

Рисунок 2.15 - Окно «Результаты»

• Клавишей «PRTSC» на клавиатуре необходимо скопировать результаты уставок проверки и окна результатов для отчета. (Значения в столбце «Замер» отражают реальные значения работы защиты.)

• Сохранить результаты проверки в протокол в формате doc и включить их в отчет.

• Повторить эксперимент со второй ступенью защиты, устанавливая уставки проверки в соответствии с изображением на рис. 2.16.

	"галочка" в п	ервом столби	е - отключен	ие/включен	ие проверки	ступени) (ів и	Кв взаимосвяз	аны - перес	считываются)		Номер	входа и тип
гупень	Icp, A	IB, A	Кв	Tcp, c	TB, C	∆l, %	ΔK, %	ΔΤ, %; α	Характе	ристика для граф	рика	
	3.0	2.85	0.95	1.0	0.033	3 5.0	5.0	10.0		независимая		
	3.0	2.85	0.95	1.0	0.031	1 5.0	5.0	5.0		независимая	1 _	]
словия і	проверки	(для поиска	Іви Твусло	III вия проверн	а вычисля:	отся с учетом	уставок: Інач=1,	,2*lcp; Tk3=1	,2*Tср; ікон=1,2	*lв0,8*lв; Ткз=1	► ,2*Тв)	
упень	Прове	рки		Вид КЗ		імин_Іср, А	IMakc_lcp, A	∆l, A	імин_Тср,А	Імакс_Тср,А	TK3_lcpTcp, c	N пусков
	lcp;lb;Kb;	Тср;Тв		AN		2.0	4.0	0.1	2.0	3.5	0.16	1
лгоритм и поднима	изменения то ать плавно, б	ка при поиске ies Txx и Tnay	іср,ів	Условия пр	оверки вре рить П Был	мя-токовой ха этро (половини	рактеристики (Т ным делением	хх и Тпаузь Іми	и также для пои н, Імакс использ	ска Іср при измен зуются, если не п	нении тока скачко выбраны "галочки	м и поиска То " "Быстро"
скачком	ı, с Тхх и Тпа <u>у</u>	узы между ша	гами		вре Был	мени 20%) от стро (на каждо ки в обе сторо	імакс до імин й ступени 2	Мин	0.000 A	Txx 0.200	Вход 1 👻	
AD De	ресчитать у	словия прове	рки	Bug K3	I=lc	p*(1-+2*/4/100))	ідля >= 2 орн	iwarc	0.020 A TR	0.100	Дополнит. абсолютная	0.000

Рисунок 2.16 - Окно «Условия и уставки проверки»

			⊢ Pe	ежим отображения резул	ьтатов	
			0	Абсолютные величинь	и 🔎 Среднее	
Ступень	Вид КЗ	Параметр	Уставка	Замер	Погрешность,%	Результат
2	AN	lcp,A; N=1	3.000	~3.0000 0.00%	0.000.00	Ok
2	AN	IB,A; N=1	2.850	~2.8050 -1.58%	-1.581.58	Ok
2	AN	Кв; N=1	0.950	~0.9350 -1.58%	-1.581.58	Ok
2	AN	Tcp,c; N=1	1.000	~0.9969 -0.31%	-0.310.31	Ok
2	AN	Тв,с; N=1	0.031	~0.0310 -0.00%	-0.000.00	Ok

Рисунок 2.17 - Окно «Результаты»

• Результаты проверки терминала в ручном и в автоматическом режиме занести в таблицу 1.3: Таблица 2.3 Результать с эксперимента

		1 aoji	ійца 2.5 — гезу	льтаты экспе	римента
МТЗ	Icp, A	Tcp, c	Ів, А	Тв, с	Кч
	Проверка	реле в ручном ро	ежиме		
Ступень 1					
Ступень 2					
	Проверка реле	в автоматическо	ом режиме		
Ступень 1					
Ступень 2					

16. В окне программы SFT2841 перейти на вкладку «Запись осциллограмм» (рис. 2.18), выбрать из списка осциллограммы возникновения больших токов и нажатием кнопки по стрелке выгрузить осциллограммы в папку с отчетом по работе.

📕 Файл Правка Эксплуатаци	я <u>S</u> epam <u>П</u> араметрирование <u>О</u> пции Ок		
		Ho <u>?</u>	- 8 ×
🖘 🗅 🛎 🖩 🎒 🖬 🖢 3	s 🛍 Fet 🎤 🏗 🕂 👻 🐴 😽 🛁 🕨		
Запись осциллогр - Восстановление записанных ог Даты доступных записей	амм цилограни 18/05/18_18:40:18:041	Выделяте записи и нажните здесь для их восстановления. ↓	
- Запуск записи осциллограмм Запуск	С Выкл.	Новая запись	
	🖲 Вкл.	Запуск SFT2826	

Рисунок 2.18 - Окно «Запись осциллограмм»

17. Открыть приложение FastView.exe, в меню программы выбрать пункт «Открыть» и выбрать сохраненные осциллограммы. Результаты должны быть подобные приложенным изображениям ниже (рис. 2.19–2.21). Данные осциллограммы проанализировать и приложить к отчету по лабораторной работе.





Рисунок 2.19 – Осциллограмма срабатывания МТЗ первой ступени

Рисунок 2.20 – Осциллограмма срабатывания МТЗ второй ступени



Рисунок 2.21 – Осциллограмма срабатывания МТЗ третьей ступени

18. Закрыть все активные приложения. Обесточить установку автоматическим выключателем SF1 и выключить PETOM-61.

19. Оформить отчет по выполнению лабораторной работы, отразить информацию о внесенных уставках в терминал Sepam 40, результаты проверки работы защит в автоматическом и ручном режимах. Сделать выводы о проверке работы терминала в ручном и автоматическом режимах.

#### Контрольные вопросы

1. Какие характеристики срабатывания доступны к выбору в блоке Sepam 40 у токовых защит?

2. Начертите функциональную схему работы токовых защит блока Sepam 40.

3. Назовите способы повышения чувствительности МТЗ.

4. Назовите особенности применения токовых защит на трехобмоточных трансформаторах.

5. Назовите отличия ручной проверки РЕТОМ-61 от автоматической.

6. Какую информацию можно получить при анализе осциллограмм?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 Защита минимального и максимального напряжения

Задание: Выполнить настройку блока Sepam 40 с установкой защит минимального и повышенного напряжения. Удостовериться при помощи дисплейной панели в результативности ввода уставок. При помощи РЕТОМ–61 выполнить проверку работы защит, заполнив соответствующие протоколы результатов работы.

#### Общие сведения

Защитами напряжения должны обеспечиваться ответственные электродвигатели, отключение которых при снижении напряжения ниже критического значения должно осуществляться с целью обеспечения безопасности технологического процесса, безопасности работы, самозапуск которых недопустим даже после восстановления его до номинального значения.

Как правило, это определенные категории электродвигателей, связанные с работой насосных установок и вентиляции, а также мощные двигатели, снижение напряжения на которых приводит к значительной нагрузке на электрическую сеть и опасности для ее синхронизма в целом.

Категория неответственных потребителей подразумевает ту долю нагрузки, которая вносит незначительный вклад в общую нагрузку; отключение неответственных потребителей не повлечет за собой полную остановку технологического процесса.

Защита минимального напряжения функционально отключает электродвигатели при отсутствии напряжения, а кроме того при протяженном устойчивом коротком замыкании, когда напряжение снижается до нулевого значения, т. к. в этом случае двигатели переходят в тормозной режим (рис. 3.1) [1].



Рисунок 3.1 – Принципиальная схема минимальной защиты напряжения электродвигателей напряжением выше 1 кВ

Для группы электродвигателей защита минимального напряжения выстраивается на двух ступенях.
При помощи первой ступени из электрической сети исключаются неответственные двигатели, не несущие нарушение технологического процесса. По стандартам уставок обычно это напряжение принимается равным  $0,7U_{\text{ном}}$  с отстройкой по времени срабатывания от мгновенных защит межфазных коротких замыканий  $t_{c.3.} = 0,5...1,5$  с, что обеспечивает необходимую селективность в процессе работы.

После истечения времени первой ступени, если ненормальный режим работы не самоустранился и сохраняет устойчивость и усугубляется, вступает в действие вторая ступень защиты минимального напряжения. Здесь во внимание принимается уже часть ответственных электродвигателей, которые в случае возникновения явления самозапуска способны нанести вред и привести к повреждениям технологического оборудования, опасности жизни людей, связанных с особенностью производства. Уставки напряжения для второй ступени  $0,5U_{\rm ном}$ , временная отстройка составляет  $t_{c.3} = 10...15$  с.

Кроме этого схемы защит минимального напряжения должны контролировать состояние цепей измерения на вторичной стороне измерительных трансформаторов напряжения, отсутствие этого требования способно привести к неправильным срабатываниям защит и излишним отключениям нагрузки при повреждении этих цепей.

Защиты от повышения напряжения (ЗПН). Современные понижающие трансформаторы 110 (220) кВ могут иметь неполную изоляцию обмотки со стороны нулевого вывода (нейтрали) высшего напряжения. Для таких трансформаторов весьма опасно повышение напряжения выше номинального. Повышение напряжения происходит в том случае, если понижающий трансформатор с изолированной нейтралью 110 (220) кВ и с источником питания на стороне низшего (среднего) напряжения 6–35 кВ остается подключенным к участку сети 110 (220) кВ, где имеется однофазное замыкание на землю, а трансформаторы с глухозаземлённой нейтралью отсутствуют.

Логическая схема защиты напряжения организована следующим образом (рис. 3.2) [5].





На вход подается напряжение в зависимости от заданного в настройках: фазное или линейное. При поступлении на блок происходит сравнение поступающего значения со значением введенной уставки, после чего сигнал поступает на блок выдержки времени и по истечении ее – на выходное действующее устройство. Также от блоков сравнения уходит второй сигнал, который контролирует исчезновение напряжения более чем по одной фазе сети и посылает сигнал в случае истинного значения на работу устройств автоматического ввода резерва (ABP).

### Экспериментальная часть

1. Проверить состояние защитного заземления стенда.

2. Подать питание на стенд при помощи автоматического выключателя SF1, убедиться в наличии питания по индикации положения выключателя.

3. Убедиться в наличии питания по индикации блока Sepam 40, дождаться полной загрузки устройства.

4. Привести персональный компьютер в рабочее состояние.

5. Подключить порт лицевой панели устройства Sepam при помощи кабеля COM-USB к USB-порту персонального компьютера.

6. Запустить приложение SFT2841, в окне программы (рис. 3.3) нажать кнопку 🕵.

FT 2841			×
	Русский	•	
SFT 2841, програ конфигурирован	аммное обеспечение дл ия Sepam	าด	
Вы хотите			
	Подсоединиться н	< Sepam	
	<b>B</b>		
Серия 20 Применение 20	Серия 40 Применение 40 и 50	Серия 60 Применение 60	Серия 80 Применение 80
1	1	1	1
	Выход SF	T 2841	

Рисунок 3.3 - Окно «SFT2841»

7. Открыть вкладку «Конфигурация Sepam» (рис. 3.4). В данной работе используется расширительный модуль MES114, поэтому нужно установить «галочку» напротив. Обозначить название блока, например, «Sepam 40». Модель блока выбрать «MD» (со встроенным дисплеем). В текстовом поле «Тип Sepam» указать тип – 3MH, 3ПН.

Конфигурация SE	PAM		Применить Отмен
Тип применения Тип Sepam	Подстанция S41 Sepam 20	Модель Sepam С Модель МХ (без встро С Модель МД (со встрое	енного дисплея) нным дисплеем)
Дополнительные модули МЕS (модуль еходое /е С MES108 (модуль С MES118 (модуль МЕТ148 (модуль на 8 т.	<b>ыходое)</b> ь на 4I + 40) ь на 10I + 40) емп. датчиков) номер 1	Режим синкронизации	От сети 💌
МЕТ148 (мадуль на 8 т.     МА141 (Мадуль на 8 т.     МSA141 (Мадуль анала     DSM303 (Выносной гра	емп. датчиков) номер 2		

Рисунок 3.4 – Окно «Конфигурация Sepam»

8. Выбрать вкладку «Основные характеристики» (рис. 3.5). В поле «Частота сети» установить частоту – 50 Гц. В поле «Выбор активной группы» – выбрать «Группа уставок

А». «Телеуправление» установить – нет. В поле «Рабочий язык Sepam» выбрать – «Русский». В поле «Ввод/фидер» выбрать – «фидер».

В поле «Трансформаторы напряжения» установить следующие показатели:

- номинальное первичное напряжение 6 кВ;
- номинальное вторичное напряжение 100 В;
- схема соединения TH U21, U32;
- измерение напряжения V0 Не измеряется.

Файл Правка Эксплуатация Sepam	Параметрирование Опции Окно	?	
🗅 📽 🖩 🎒 📕 노 🗞 🛍 Fot	🖋 🏦 🕂 👻 🚣 🔶 🛁 🕨		
став Sepam Основные характеристики	Контроль ТТ/ТН   Логика управления   Пар	оль	
Основные характеристи	1КИ		Применить Отмена
Частота сети	Трансформаторы тока		Дискретность счетчик
€ 50 Гц	Номинал. тока	TT 5A 💌	
С 60 Гц	Число тр-ров тока	11,13 💌	Активная энергия
Выбор активной группы уставок	Номинальный первичный ток	250 A 🕂	I I KOINA .
Этот выбор определяет активную группу для всех защит.	Базовый ток (lb)	250 A .	Реактивная энергия
Группа уставок А 💌	Период интеграции	5 💌 мин	0.1 кВар.ч
Телечправление	Ток Ю Не измеря	ается 💌	
• Нет	Номинал. (In0)	2 A	
С Да			
Рабочий язык Sepam	Трансформаторы напряжения		
Английский	Номинальное первичное напряжение	6 кВ 🕂	
С Русский	Номинальное вторичное напряжение	100 <b>v</b> B	
Ввод/фидер			
С Ввод	Схема соединения ТН	021,032	
🕫 Фидер	Измерение напряжения V0	Не измеряется 💌	
Назначение дамп Sepam			

Рисунок 3.5 – Окно «Основные характеристики»

9. На вкладке «Логика управления» (рис. 3.6) в поле параметрирование выходных реле установить «ОЗ» Испол. – да.

ianu i	правка Э	ксплуатация	<u>Sepam</u>	араметрирова	ние опции Окно с				
Ľ 🌽		■ L >>	Fct A	• 1: 77 Z					
тав Sep	am Основ	ные характер	оистики Ко	проль ТТ/ТН Л	огика управления Пароль				
Поги	va von	арпоци						MMPHUTS	
1010	ika yiip	авлени	л					MINGINITO	01110
Контрол	ь выключал	ena							
Сн	ет								
	-			Стан	дартное применение				
,- д	0								
Логичес	кая селект	ивность		Назнач	ение логических входов				1
ЮH	ет				flogunooruŭ puos		Munon	Ulaon	
ОД	a			111	Вых доцате дь отх доцен		ипрер.	эдер.	
				112	Вык початель включен				
Параме	грирование	выходных ре	ле	113	Не использиется	-			
	Испол.	Контакт	Имп.	114	Не используется	-			
01	Дa	но		121	Не используется	-			
02	Дa	H3		122	Не используется	-			
03	Дa	HO		123	Не используется	-			
04	Дa	H3		124	Не используется	-			
011	Дa	HO		125	Не используется	-			
012	Дa	HO		126	Не используется	-			
	Дa	HO							
013	Дa	HO							
013									

Рисунок 3.6 – Окно «Логика управления»

10. На иконке 🐚 панели инструментов расположены параметры уставок, на вкладке 27/27S расположены уставки защиты Минимального напряжения (рис. 3.7).

В объеме данной лабораторной работы необходимо проверить срабатывание защит минимального и повышенного напряжения по одной ступени.

Установить параметры:

• Активировать ступень, устанавливая «галочку» на пересечении строки «Ступень 1» и столбца «Вкл.»;

• Активировать работу на отключение выключателя, устанавливая аналогичным образом символ в столбце «Отключ.»;

• Режим напряжения автоматически устанавливается «Линейный», т.к. необходимо установить в настройках контроль двух междуфазных напряжений U21 и U23;

• В поле «Порог по U» установить порог в 90%, выдержка времени – 1 с; параметры удержания не устанавливать;

• В поле «Поведение при отключении» установить «галочку» на пересечении строки «Ступень 1», и столбца «ОЗ», активируя тем самым выходное реле, на которое будет посылаться сигнал о срабатывании, и светодиод «L4» для сигнализации о срабатывании защиты на лицевой панели.

ПО ОКОНЧАНИИ ВВОДА УСТАВОК НАЖАТЬ КНОПКУ «ПРИМЕНИТЬ»!!! Только после нажатия кнопки происходит обмен данными с терминалом защит и информация об уставках вносится в память устройства.

🕎 SFT2841 - Sepam cep	оии 40 - [Окно	подсоединени	я]				
📕 Файл Правка З	ксплуатация	<u>S</u> epam <u>∏</u> apa	метрирование	<u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>			- 8 ×
🕶 🗋 🐸 🗐 😂	<b>⊒</b> ⊵ ≫	🛅 Fct 🎤 🖞	: 🕂 👻 🚹	❤ 🔫 🕨			
50/51 50N/51N 50	BF   46   1	67N 32P 27	/275 59	59N   47   81	79		A
27/27S : Mv	нималы	юго напря	яжения			Применить	Отмена
Ступень 1 Ступень 2	Вкл. Г	Судерж.	Отключ. Г	Режим напряж. Линейное напря –	Nopor no U 90 %Unp	Выд времени	
Повед, при ав. откл. О1 Ступень 1 Ступень 2	D2 03 04 01	1 012 013 01	4 L1 L2 L3 L4 X	15 16 17 18 19 Co UNI UNI	oów, на англ. — C ERVOLTAGE — M ERVOLTAGE — M	Сообщ. на русск.   Осі ІЛН. напідана,   × ІЛН. напідана,   ×	E
4							-

Рисунок 3.7 - Окно «27/27S Защита минимального напряжения»

11. На вкладке 59 расположены уставки защиты Максимального напряжения (рис. 3.8).

Установить параметры:

• Активировать ступень, устанавливая «галочку» на пересечении строки «Ступень 1» и столбца «Вкл.»,

• Активировать работу на отключение выключателя, устанавливая аналогичным образом символ в столбце «Отключ.»;

• Режим напряжения автоматически устанавливается «Фазный», блок пересчитывает входное линейное значение, т. к. опасность представляет превышение значения фазного напряжения;

• В поле «Порог по U» установить порог в 105%, выдержка времени – 1 с; параметры удержания не устанавливать;

• В поле «Поведение при отключении» установить «галочку» на пересечении строки «Ступень 1» и столбца «ОЗ», активируя тем самым выходное реле, на которое будет посылаться сигнал о срабатывании, и светодиод «L6» для сигнализации о срабатывании защиты на лицевой панели.

ПО ОКОНЧАНИИ ВВОДА УСТАВОК НАЖАТЬ КНОПКУ «ПРИМЕНИТЬ»!!! Только после нажатия кнопки происходит обмен данными с терминалом защит и информация об уставках вносится в память устройства.

SFT2841 - Sepam cep	ии 40 - [Окно	подсоединени	9]				• X
<u>Ф</u> айл <u>П</u> равка Э	ксплуатация	Sepam 🛛 apa	метрирование	<u>Опции Окно ?</u>			- 5
0 🖻 🖬 🚳	🖬 📐 🐎 🛭	🗓 Fct 🎤 🖞	: 🕂 👻 🚹	∀∣∢⊳			
50/51   50N/51N   50E	3F   46   6	7N   32P   27	/275 59	59N   47   81   1	79		
50 · Maway							0
<b>ээ:</b> максик	иального	напряже	ния			Применить	UTMEHa
	Вкл	Судерж.	Отключ.	Режим напряж.	Nopor no U	Выд. времени	
Ступень 1	<b>V</b>		<b>V</b>	Фазное напряж 🔻	105 %Unp	1 c ÷	
Crumour 2	_	_	_				
ступень 2				Фазное напряж 🔻	110 %Unp	100 MC 🕂	
Поведение при отклю	чении						
01	02 03 04 01	012 013 01	4 L1 L2 L3 L4	L5 L6 L7 L8 L9 Co	общ. на англ.	Сообщ. на русск. Оси	
Ступень 1	×			X	RVOLTAGE	Макс напряж 🛛 🗙	
Ступень 2				OVE	RVOLTAGE	Макс. напряж. 🗡	
							_
				(r.			+
и подсоединен	подстанция S	Fi Sepam	222	Установ	ка пара Телеупр	авление р 18/06/2018	8:39:55

Рисунок 3.8 – Окно «59: Защита максимального напряжения»

12. Произвести проверку действия терминала на параметрируемые уставки защит. Для этого подключить устройство РЕТОМ-61 в соответствии со схемой подключения (рис.75).



Рисунок 3.9 – Схема подключения токовых и дискретных цепей РЕТОМ–61 к блоку Sepam 40

13. Запустить приложение «РЕТОМ.ехе» от имени администратора (рис. 3.10).



Рисунок 3.10 - Окно «РЕТОМ-61»

14. Подать питание на РЕТОМ-61 кнопкой включения на лицевой панели устройства и ожидать загорания сигнального светодиода «Готовность», который сигнализирует о готовности прибора к началу работы.

15. Провести проверку в ручном режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Ручное управление».

В открывшемся окне программы (рис. 3.11) можно в ручном режиме подать токи на проверяемое устройство.



Рисунок 3.11 – Окно «Ручное управление»

Контроль срабатывания устройства производится в поле «Входы дискретные» по изменению цифровых светодиодов с зеленых на красные. Необходимо обратить внимание на тип контакта (НО или НЗ), он должен соответствовать контакту в терминале.

- В поле «Напряжение» в выпадающем меню выбрать «Управление UABC».
- В поле «Вольтметр» установить «Мин» 100 В, «Шаг» 5 В.

• Включить программу, активируя красную кнопку в правой верхней части. О подключении к прибору программы будет свидетельствовать характерный звук срабатывания реле в работе прибора.

• Постепенными нажатиями на стрелку влево или вправо в поле «Вольтметр» необходимо довести значение тока до значения введенной уставки.

• При срабатывании реле производится щелчок РП-11 (отключается автоматический выключатель), на дисплее отображается сообщение «Защ. Минимал. Напряж.» (рис. 3.12) или «Защ. Повыш. Напряж.» (рис. 3.13) и загораются соответствующие светодиоды, в окне проверки «Ручное управление» в поле дискретных сигналов цвет цифрового светодиода меняется с зеленого на красный.



Рисунок 3.12 – Срабатывание защиты минимального напряжения в окне ручного управления



Рисунок 3.13 – Срабатывание защиты повышенного напряжения в окне ручного управления

• При снижении значения напряжения ниже уставки реле автоматически возвращается в исходное состояние.

• Определить значения: Ucp, Tcp, Uв, вычислить Кв реле для обеих защит.

• Перед отключением снизить напряжение в поле вольтметра до нулевого значения (изменить минимальное значение со 100 до 0) и отключить РЕТОМ-61 в окне программы, сквитировать сигнал о срабатывании на дисплейной панели или в программе SFT2841 в

панели, обозначенной желтым треугольником, кнопками «сброс» и «очистить», вернуть силовой выключатель при помощи ключа управления SQ1 на лицевой панели стенда в рабочее положение.

16. Провести проверку реле в автоматическом режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Проверка реле напряжения» в окне программы «РЕТОМ61.exe» (рис. 3.14).

			] 🥩	Ø 🕇	1				
Γ <sup>T</sup> ν	п реле								
	Реле напрях	кения							
	Cxer () () ()	ia подключ ~ AN ~ AB ~ AB ~ ABC	ения	AK H T	тивный вхо юмер ип	2 			
_	Уставки		Ус	ловия пров	ерок		Стереть резу предыдущих	льта пров	ты ерок
Виды проверок	и заданые значения	Инач, В	Икон, В	Uwar, B	Twar ,c	Тпауза ,с	Результат Г	lorpei	иность, 9
Vφ	90.00 B	100.00	80.00	4.00	4.00	4.00	88.000 ± 0.000	в	2.222
🔽 U вз	100.00 B	80.00	100.00	4.00	4.00		96.000 ± 0.000	в	4.000
К вз	1.10						1.091 ± 0.000		0.818
Γφ	2.000 c	100.00	80.00		2.50		1.011 ± 0.000	c	49.440
🔽 Т вз	0.030 c	80.00	100.00		2.50		0.030 ± 0.000	c	0.667

Рисунок 3.14 - Окно «Проверка реле напряжения»

- В текстовом поле программы тип реле указать «Sepam 40».
- Схема подключения ~АN.
- Активный вход: Номер 2, Тип Открытый.
- В столбце «Виды проверок» установить все «галочки».
- Текстовые поля программы заполнить в соответствии с изображениями на рис. 3.14 и
- 3.15.

рхив Протокол	Помощь	Выход				
🤌 🔚 📼	1 🕨 SI	or 🎦 <i> </i>	<b>I I I</b>			
ГТИ	п реле				7	
	Реле напрях	кения				
	Cxer ( ( (	на подключения ~ AN ~ AB ~ = AB ~ ~ ABC	Активн Номер Тип	ный вход		
Puer L ppopopor	Уставки	Ус	ловия проверок	:	Стереть резул предыдущих п	ьтаты роверок
виды проверок	и заданые значения	Uнач, В Uкон, В	Uwar, B Tu	иаг,с Тпауза,с	Результат По	грешность, %
Γ U αρ	105.00 B	84.00 112.00	5.25	4.00 4.00	110.250 ± 0.000	B 5.000
V 83	100.00 B	112.00 98.00	5.00	4.00	102.000 ± 0.000	B 2.000
К вз	0.90				0.925 ± 0.000	2.778
νφ	2.000 c	0.00 112.00	Г	2.50	1.017 ± 0.000	c 49.150
🔽 Т вз	0.030 c	112.00 98.00		2.50	0.038 ± 0.000	c 26.000
	ab соединить					

Рисунок 3.15 - Окно «Проверка реле напряжения»

• Нажать «ОК» и в окне «Проверка реле напряжения» нажать кнопку «Start», которая изображена в виде зеленого треугольника.

• В результате проверки текст во всех строках должен быть синего цвета. В поле «Результат» значение должно быть «Ok», если результаты ошибочны, необходимо изменить условия проверки и отрегулировать уставки реле в терминале.

• Клавишей «PRTSC» на клавиатуре необходимо скопировать результаты уставок проверки из окна результатов для отчета. (Значения в столбце «Замер» отражают реальные значения работы защиты.)

• Результаты проверки терминала в ручном режиме и в автоматическом режиме занести в таблицу 2.1:

		1 4	олица <b>2.1</b> – 1 сзу	JIDIAIDI SKUIU	униспта
	Ucp, A	Tcp, c	Ив, А	Тв, с	Кч
	Защита м	инимального нап	ряжения		
Ручная					
Автомат					
	Защита г	ювышенного нап	ряжения		
Ручная					
Автомат					

Таблица 2.1 – Результаты эксперимента

17. В окне программы SFT2841 перейти на вкладку «Запись осциллограмм», выбрать из списка осциллограммы возникновения больших токов и нажатием на кнопку по стрелке выгрузить осциллограммы в папку с отчетом по работе.

18. Открыть приложение FastView.exe, в меню программы выбрать пункт «Открыть» и выбрать сохраненные осциллограммы, результаты должны быть подобные изображениям на рис. 3.16–3.18. Полученные осциллограммы проанализировать и приложить к отчету по лабораторной работе.



Рисунок 3.16 – Осциллограмма срабатывания ЗПН первой ступени



Рисунок 3.17 – Осциллограмма срабатывания ЗМН первой ступени



Рисунок 3.18 – Осциллограмма срабатывания ЗМН второй ступени

19. Закрыть все активные приложения. Обесточить установку автоматическим выключателем SF1 и выключить PETOM-61.

20. Оформить отчет по выполнению лабораторной работы, отразить информацию о внесенных уставках в терминал Sepam 40, результаты проверки работы защит в автоматическом и ручном режимах. Сделать выводы о проверке работы терминала в ручном и автоматическом режимах.

#### Контрольные вопросы

1. Назовите область применения защиты минимального напряжения.

2. Начертите функциональную схему работы защиты минимального напряжения блока Sepam 40.

3. Назовите область применения защиты максимального напряжения.

4. Начертите функциональную схему работы защиты максимального напряжения блока Sepam 40.

5. Назовите отличия ручной проверки РЕТОМ-61 от автоматической.

6. Из каких частей состоит окно программы FastView?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Токовая защита замыкания на землю

Задание: Выполнить настройку блока Sepam 40 с установкой токовой защиты на землю. Удостовериться при помощи дисплея в результативности ввода уставок. При помощи РЕТОМ–61 выполнить проверку работы защит, заполнив соответствующие протоколы результатов работы.

## Общие сведения

Наличие токов нулевой последовательности (НП) определяется типами заземления нейтрали в электрических сетях и на различном оборудовании.

Для трансформатора исключение токов нулевой последовательности достигается использованием обмотки треугольника тем самым на любых видах трансформаторов со схемами соединения звезда – треугольник устанавливают защиту на стороне звезды. Это одна из особенностей защит нулевых последовательностей, в данном случае защиты со стороны треугольника не реагируют на параметры сети со стороны звезды.

Схема соединения со звездами на первичной и вторичной обмотке с разными степенями напряжения на обмотках позволяет контролировать токи нулевой последовательности, где нейтраль звезды в трансформаторе заземлена (рис. 4.1) [5].



Рисунок 4.1 – Принципиальная схема расположения токовой защиты на землю

Токовая защита нулевой последовательности без определения направления с питанием только с одной стороны может получать подпитку током нулевой последовательности  $I_0$  только со стороны заземленной обмотки силового трансформатора на защищаемом участке.

Также для ускорения срабатывания защит в сетях с глухозаземленной нейтралью могут применяться токовые отсечки нулевой последовательности. Работают такие защиты аналогично максимальным токовым отсечкам. Такие защиты могут обладать направленностью, иметь выдержку времени. В основном они находят применение при питании токами НП с одной стороны ЛЭП, когда нейтрали трансформаторов заземлены только на одной стороне.

Отсечки НП могут обладать выдержками времени, в таком случае они подобны максимальным токовым защитам в соответствии со схемой, изображенной на рис. 4.2. Без выдержки времени схема подобна, но в ней отсутствует реле времени КТ [6].



Рисунок 4.2 – Принципиальные схемы токовой защиты нулевой последовательности: a) структурная схема, б) токовые цепи; в) схема оперативных цепей РЗ

#### Экспериментальная часть

1. Проверить состояние защитного заземления стенда.

2. Подать питание на стенд при помощи автоматического выключателя SF1, убедиться в наличии питания по индикации положения выключателя.

3. Убедиться в наличии питания по индикации блока Sepam 40, дождаться полной загрузки устройства.

4. Привести персональный компьютер в рабочее состояние.

5. Подключить порт лицевой панели устройства Sepam при помощи кабеля COM-USB к US-порту персонального компьютера.

6. Запустить приложение SFT2841, в окне программы (рис. 4.3) нажать кнопку 🕵.

SFT 2841			X
	Русский	•	
SFT 2841, прогр. конфигурирован	аммное обеспечение ди ия Sepam	าด	
Вы хотите			
	Подсоединиться	< Sepam	
Серия 20 Применение 20	Серия 40 Применение 40 и 50	Серия 60 Применение 60	Серия 80 Применение 80
	Выход SF	T 2841	

Рисунок 4.3 - Окно «SFT2841»

7. Открыть вкладку «Конфигурация Sepam» (рис. 4.4). В данной работе используется расширительный модуль MES114, следует установить «галочку» напротив. Обозначить название блока, например, «Sepam 40». Модель блока выбрать «MD» (со встроенным дисплеем). В текстовом поле «Тип Sepam» указать тип – 30Ф.

Конфигурация	SEPAM		Применить Отмен
Тип применения Тип Sepam	Подстанция S41 Sepam 20	Модель Sepam С Модель МХ (без встри С Модель МД (со встрое	ренного дисплея) нным дисплеем)
– Дополнительные модул	и	Режим синхронизации	От сети 🖉
MES (MODUNE BXODO	овивыходов) одина на Лан ЛОТ		
C MES114 (Mc	адуль на 10I + 40)		
🗖 MET148 (модуль на	а 8 темп. датчиков) номер 1 📃		
🔲 МЕТ148 (модуль на	в 8 темп. датчиков) номер 2		
🗔 MSA141 (Модуль а	налогового выхода)		
🗖 DSM303 (Выносной	й графический экран )		
_	DC 405)		

Рисунок 4.4 – Окно «Конфигурация Sepam»

8. Выбрать вкладку «Основные характеристики» (рис. 4.5). Установить в поле «Частота сети» частоту – 50 Гц. В поле «Выбор активной группы» выбрать – «Группа уставок А». «Телеуправление» установить – нет. В поле «Рабочий язык Sepam» выбрать – «Русский». В поле «Ввод/фидер» выбрать – «фидер».

В поле «Трансформаторы тока» установить следующие параметры:

- номинал тока TT 5A;
- число трансформаторов тока I1, I2, I3;
- номинальный первичный ток 5А;
- базовый ток 5А;
- ток I0 2А номинал CSH120/200.

Файл Правка Эксплуатация <u>S</u> epam	<u>П</u> араметрирование <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о	?	-
🗅 🧉 🗐 🎒 🖬 노 🗫 🛍 Fet	🌶 🏗 뉴 일 🛕 😽 🔫 🎴 🖻		
остав Sepam Основные характеристики К	онтроль ТТ/ТН   Логика управления   Паро	ль	
Основные характеристи	ки	П	рименить Отмен
Частота сети	Прансформаторы тока		_ Дискретность счетчи
6 50 Fr	Номинал. тока	TT 5A 💌	
С 60 Гц	Число тр-ров тока	11,12,13	Активная энергия
Выбор активной группы уставок	Номинальный первичный ток	5 A ÷	· · · ·
Этот выбор определяет активную группу для всех защит.	Базовый ток (lb)	5 A +	Реактивная энергия
Группа уставок А 💌	Период интеграции	5 💌 мин	0.1   кВар.ч
Телечправление	Ток Ю 2 А номина	an. CSH120/200 💌	
⊙ Нет С Да	Номинал. (In0)	2 A 🔹	
Рабочий язык Sepam	Трансформаторы напряжения		
Английский	Номинальное первичное напряжение	6 кВ .	
С Русский	Номинальное вторичное напряжение	100 T B	
Ввод/фидер			
С Ввод	Схема соединения ТН	U21 •	
🔹 Фидер	Измерение напряжения V0	Не измеряется 💌	
Назначение ламп Sepam			

Рисунок 4.5 - Окно «Основные характеристики»

9. На вкладке «Логика управления» (рис. 4.6) в поле «Параметрирование выходных реле» установить «О12». Испол. – да.

айл !	Правка Э	ксплуатация	i <u>S</u> epam <u>∏</u> aj	аметри	рован	ие <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>				-	
ነ 🖻		₽ ⊵ ≫	🛍 Fct 🎤	1 <del>7</del>	ዊ (	<u>1</u> ↔   ∢ ⊳					
ав Sep	am Основ	ные характер	истики Контро	ль ТТ/ТН	н ла	гика управления Пароль					
Тоги	ка упр	авлени	я					Пр	именить	Отме	18
онтрол	ь выключа	еля									
ОН	ет				Carrier						
ΘД	a				станд	артное применение					
огичес	кая селект	ивность		Ha	значе	ние логических входов				7	
ΘH	ет				Логический вход			Инвер.	Удер.		
ОД	a			-     T	11	Выключатель отключен					
				-   T	12	Выключатель включен					
араме	трирование	выходных ре	ле	1	13	Не используется	-				
	Испол.	Контакт	Имп.	1	14	Не используется	-				
01	Дa	HO		L L	21	Не используется	-	l			
02	Дa	НЗ			22	Не используется	-				
03	Дa	HO		L L	23	Не используется	-				
04	Дa	H3		L.	24	Не используется	-				
011	Дa	HO		1	25	Не используется	-				
012	Дa	HO		L.	26	Не используется	-				
013	Дa	HO									
014	Дa	HO									

Рисунок 4.6 – Окно «Логика управления»

10. На иконке 🕒 панели инструментов расположены параметры уставок, на вкладке 50/51N расположены уставки Максимальной токовой защиты на землю (рис. 4.7).

В объеме данной лабораторной работы необходимо проверить срабатывание защит по двум ступеням.

Установить параметры:

• Активировать ступени, устанавливая «галочку» на пересечении строки «Ступень 1», «Ступень 2» и столбца «Вкл.»;

• В сетях с изолированной нейтралью режим с повреждением одной фазы не считается аварийным, поэтому земляная защита, как правило, устанавливается с работой на сигнал, без отключения выключателя;

• Для первой ступени в столбце «Измерение тока I0» выбрать вход I0, защита будет сигнализировать о возникновении тока в ТТНП вследствие повреждения одной из фаз; для второй ступени – «сумма 3I», что сигнализирует о появлении асимметрии в нагрузке, в поле «Группа А» для первой ступени выбрать характеристику срабатывания: кривая отключения «Независимая», Ток уставки –«1 А», Выдержка – «1 с». Параметры удержания не устанавливать;

• Для второй ступени: кривая отключения «Независимая», Ток уставки – «1 А», Выдержка – «1 с». Параметры удержания не устанавливать. В поле «Поведение при отключении» установить «галочку» на пересечении строки «Ступень 1», «Ступень 2» и столбца «L3» и «L4» соответственно.

SFT2841 - Sepam ce	рии 40 - [Окно подсоед	инения]		
<u>Ф</u> айл <u>П</u> равка	жсплуатация <u>S</u> epam	Параметрирование Опции	• Ок <u>н</u> о <u>?</u>	- 5
🗅 🗳 🗟 🎒	🖬 📐 🏍 🗐 Fct 🗌	🌶 🏦 🕂 원 🔥 😽 🚄		
50/51 50N/51N 50	BF   46   67N   32	P 27/27S 59 59N	47 81 79	
50N/51N: N	аксимальная т	оковая на землю	Открыть доп. параметры	нить Отмена
	Вкл. Суде	ож. Отключ.	Измерение тока Ю	
Ступень 1			вход ю	
Ступень 2			сумма 31 👻	
Ступень 3			сумма 31 💌	
Ступень 4			сумма 31 💌	
Группа А (Активн.)	Кривая авар. откли 1 Независимая	ичения Ток. уставка • 1 A + 1	Выдержка	
	2 Независимая	▼ 1 A ÷ 1	c +	
	3 Независимая	√ 75 A ÷ 10	0 MC +	
	4 Независимая	▼ 75 A ÷ 10	0 MC +	
Группа В	1 Назарисимал			
	2 Независимая	75 A 10	0 MC -	
	3 Независимая	▼ 75 A 10	0 MC +	
	4 Независимая	▼ 75 A ÷ 10	0 MC +	
Поведение при откля	учении		,	
01	02 03 04 011 012 0	13 014 L1 L2 L3 L4 L5 L6	L7 L8 L9 Сообш. на англ. Сообш. на	рчсск. Осц.
Ступень 1	X	X	EARTH FAULT 3am. Ha	SIGH. ×
Ступень 2		X	EARTH FAULT 3am. Ha	36H. ×
Ступень 3			EARTH FAULT Jam. Ha	38A. ×
Congritorite 4			CAN TH AULT UAM. HA	

Рисунок 4.7 – Окно «50/51N уставки максимальной токовой защиты на землю»

ПО ОКОНЧАНИИ ВВОДА УСТАВОК НАЖАТЬ КНОПКУ «ПРИМЕНИТЬ»!!! Только после нажатия кнопки происходит обмен данными с терминалом защит и информация об уставках вносится в память устройства.

11. Произвести проверку действия терминала по введенным уставкам защит. Для этого подключить устройство PETOM-61 в соответствии со схемой подключения (рис. 4.8).



Рисунок 4.8 – Схема подключения токовых и дискретных цепей РЕТОМ–61 к блоку Sepam 40

12. Запустить приложение «РЕТОМ.exe» от имени администратора (рис. 4.9).



Рисунок 4.9 - Окно «РЕТОМ-61»

13. Подать питание на РЕТОМ-61 кнопкой включения на лицевой панели устройства и ожидать загорания сигнального светодиода «Готовность», который сигнализирует о готовности прибора к началу работы.

14. Провести проверку в ручном режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Ручное управление».

В открывшемся окне программы (рис. 4.10) в ручном режиме подать токи на проверяемое устройство.



Рисунок 4.10 – Окно «Ручное управление»

Контроль срабатывания устройства производится в поле «Входы дискретные» по изменению цифровых светодиодов с зеленых на красные. Необходимо обратить внимание на тип контакта (НО или НЗ), он должен соответствовать контакту в терминале.

- В поле «Ток» в выпадающем меню выбрать «Управление IABC».
- В поле «Амперметр» установить «Шаг» 0,2 А.

• Включить программу, активировать красную кнопку в правой верхней части. О подключении к прибору программы будет свидетельствовать характерный треск в работе прибора. • Постепенными нажатиями на стрелку влево или вправо в поле «Амперметр» необходимо довести значение тока до введенного значения уставки.

• При срабатывании реле производится щелчок РП-11 (отключается автоматический выключатель), на дисплее отображается сообщение «Зем. На зем.» и загорается светодиод L3, L4, в окне проверки «Ручное управление» в поле дискретных сигналов цвет цифрового светодиода меняется с зеленого на красный.

• При снижении значения тока ниже уставки реле автоматически возвращается в исходное состояние.

• Определить значения: Іср, Тср, Ів, вычислить Кв реле.

• Перед отключением снизить ток в поле амперметра до нулевого значения и отключить PETOM-61 в окне программы, сквитировать сигнал о срабатывании на дисплее или в программе SFT2841 в панели, обозначенной желтым треугольником, кнопками «сброс» и «очистить», вернуть силовой выключатель при помощи ключа управления SQ1 на лицевой панели стенда в рабочее положение.

• Повторить проверку для всех ступеней уставок защит.

• Результаты проверки терминала в ручном режиме и в автоматическом режиме занести в таблицу 4.1.

Габлица	4.1 -	Результаты	эксперимента
---------	-------	------------	--------------

30Ф	Icp, A	Tcp, c	Ів, А	Кч
Ступень 1				
Ступень 2				

15. В окне программы SFT2841 перейти на вкладку «Запись осциллограмм» (рис. 4.11), выбрать из списка осциллограммы возникновения больших токов и нажатием на кнопку по стрелке выгрузить осциллограммы в папку с отчетом по работе.

📓 SFT2841 - Sepam серии 40 - [Окно подсое	динения]	
🔄 <u>Ф</u> айл <u>П</u> равка Эксплуатация <u>S</u> epam	<u>П</u> араметрирование <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>	_ 5 ×
🕶 🗅 🗃 🖬 🎒 🖬 📐 🎭 🛍 Fet	🖋 ☆ 🕆 🔍 🛧 🔫 🔫 🗲	
Запись осциллограмм		
Даты доступных записей	Выделите заниси и нажните здесь для их восстановления. ↓	
Запуск записи осциллограмми	Новая запись	
С Вкл.	3anyox SFT2826	
С Подсоединен Подстанция S41	Sepam 20 В работе Телеуправление р 19/0	5/2018 12:49:46

Рисунок 4.11 - Окно «Запись осциллограмм»

16. Открыть приложение FastView.exe ,в меню программы выбрать пункт «Открыть» и выбрать сохраненные осциллограммы. Полученные осциллограммы проанализировать и приложить к отчету по лабораторной работе.

17. Закрыть все активные приложения. Обесточить установку автоматическим выключателем SF1 и выключить PETOM-61.

18. Оформить отчет по выполнению лабораторной работы, отразить информацию о введенных уставках в терминал Sepam 40 и результатах проверки работы защит в автома-

тическом и ручном режимах. Сделать выводы о проверке работы терминала в ручном и автоматическом режимах.

## Контрольные вопросы

1. Назовите область применения токовой защиты нулевой последовательности.

2. Начертите функциональную схему работы токовой защиты нулевой последовательности блока Sepam 40.

3. Поясните последовательность срабатывания устройств по схеме оперативных цепей.

4. Какие характеристики срабатывания доступны для выбора при параметрировании токовой защиты нулевой последовательности в Sepam 40?

5. Что контролирует защита при выборе входа «Сумма 3I» при параметрировании токовой защиты нулевой последовательности в Sepam 40?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 Защита от повышения и понижения частоты

Задание: выполнить настройку блока Sepam 40 с настройкой защиты от повышения и понижения частоты. Удостовериться при помощи дисплея в результативности ввода уставок. При помощи РЕТОМ–61 выполнить проверку работы защит, заполнив соответствующие протоколы результатов работы.

## Общие сведения

Нарушение равновесия между вырабатываемой мощностью источника и потребляемой мощностью нагрузки может стать причиной возникновения нежелательных электромеханических процессов в энергосистеме, которые влекут за собой качания частоты вращения синхронных генераторов. В случае перегрузки синхронных генераторов их начнет снижаться, и со временем вся система будет аварийно остановлена.

Процесс, при котором происходит массовое снижение частоты электрической энергии в системе, называется «лавина частоты». Ликвидировать такой процесс можно лишь путем отключения той доли нагрузки, которая находится за пределами номинального значения.

Но не только превышение мощности может приводить к аварийному режиму работы. Резкое отключение большого числа потребителя может привести к увеличению скорости вращения синхронных генераторов. А превышение номинальной скорости может вызвать неконтролируемое вращение генераторов и привести к механическому разрушению генератора.

ГОСТ 32144–2013 устанавливает величину номинальной частоты в электрической сети значением в 50 Гц и допускает отклонение этого значения в пределах  $\Delta f = \pm 0,1$  Гц. На небольшой период времени частота может изменяться на 0,2 Гц, и значение в 0,4 Гц является предельно допустимым в энергосистеме. В настоящее время частота в сети и частота вращения генераторов контролируется устройствами автоматики, но в ненормальных режимах ее работы может также регулироваться вручную.

Регулирование частоты может быть реализовано только при наличии дополнительных источников мощности, которые могли бы погасить недостатки мощности. Это возможно только тогда, когда генераторы нагружены менее своей номинальной мощности.

Проблемы автоматического регулирования частоты решаются при помощи специального устройства, называемого автоматической частотной разгрузкой (АЧР). Логическая схема приведена на рисунке 5.1. Технологический режим работы устройств АЧР способен улавливать не только изменение амплитудного значения, но также и время приращения параметра [5].



Рисунок 5.1 – Логическая схема защиты от повышения частоты в сети для Sepam 40

Особенностью режима работы энергосистем является равенство в каждый момент мощности источников энергии сумме нагрузки и потерь.

Изменение нагрузки требует следящего изменения генерирующих мощностей, в противном случае происходит изменение частоты в системе. При аварийном отключении генераторов на электростанциях или при разделении энергосистемы по любой причине на отдельные части может возникнуть дефицит генерируемой активной мощности и снизиться частота тока. Одновременно со снижением частоты тока напряжение может достигнуть столь низкого значения, что начнется массовое затормаживание электродвигателей, при котором возрастут их нагрузочные токи и, как следствие, произойдет еще большее снижение напряжения в системе. В результате параллельно работающие генераторы выйдут из синхронизма и отключатся. Питание потребителей прекратится.

При возникновении дефицита мощности используются имеющиеся в системе резервы.

В целях быстрейшего восстановления частоты до определенного минимума, кроме использования имеющегося в системе резерва, прибегают к разгрузке системы путем отключения части ее приемников. При этом разгрузку энергосистемы производят автоматически с помощью специального устройства, называемого устройством автоматической частотной разгрузки.

Выключатели отключают приемники очередями.

Устройства АЧР должны обеспечивать:

• работу энергосистемы, даже в случае нехватки активной мощности либо иной причины уменьшения частоты;

• контроль величины частоты, не давая ей снижаться менее 45 Гц; допускается уменьшать частоту сети до 47 Гц на период в 20 с или 48,5 Гц до 60 с;

• отключение излишних нагрузок, не допуская возникновения падения частоты или напряжения в соответствии с категорийностью нагрузок;

• восстановление режима работы, который длительно может существовать в системе, до восстановления нормального режима;

• если восстановление нормального режима после действия АЧР возлагается на устройства автоматики, то АЧР должно обеспечить подъем частоты до уровня, необходимого для их срабатывания;

• согласованное действие по сравнению с другими устройствами автоматики, такими как АПВ и АВР;

• игнорирование кратковременных и малозначительных отклонений [4].

Устройства аварийного отключения повышенной частоты (АОПЧ) предназначены для предотвращения недопустимого повышения частоты (до 55 Гц), при котором возможно срабатывание автоматов безопасности турбин ТЭС или АЭС, а также для ограничения длительного повышения частоты на ТЭС или АЭС до значений, при которых нагрузка блоков не выходит за пределы диапазона допустимых нагрузок.

В узлах, где нет ТЭС или АЭС, устройства АОПЧ применяются для ограничения повышения частоты до значения 60 Гц для обеспечения нормальной работы двигательной нагрузки.

Комплекс устройств АОПЧ охватывает любой район, который работает изолированно, или такой, который может быть отделен от остальной энергосистемы сечениями асинхронного режима, самопроизвольного или управляемого деления и т. п. с аварийным избытком мощности. Комплекс устройств АОПЧ выполняет свою функцию при возможных для данного района (узла) аварийных избытках мощности.

Устройства АОПЧ не срабатывают при эксплуатационном повышении частоты, не создающем условия по предыдущему пункту, а также в режиме синхронных качаний.

Устройства АОПЧ действуют при опасности повышении частоты энергосистемы и (или) скорости ее повышения с контролем, если требуется, выхода режима котлов за пределы регулировочного диапазона.

Для обеспечения несрабатывания при синхронных качаниях может использоваться контроль загрузки возможного сечения деления в доаварийном режиме. Устройства АОПЧ ликвидируют аварийный избыток активной мощности района в основном за счет отключения генераторов и деления системы. Деление системы используется для отделения ТЭС с примерно сбалансированной нагрузкой от остальной части энергосистемы с целью резервирования действия остальных устройств АОПЧ.

С целью предотвращения выхода блоков ТЭС или АЭС за регулировочный диапазон возможна разгрузка части блоков до нагрузки холостого хода. Логическая схема приведена на рис. 5.2 [5].



Рисунок 5.2 – Логическая схема защиты от снижения частоты в сети для Sepam 40

Логическая схема защит от снижения и повышения частоты в блоках Sepam 40 (рис. 5.1, 5.2) построена с определенным единообразием, входной величиной для защиты является напряжение, измеряемое с трансформаторов напряжения, которое раскладывается на свое амплитудное значение и частоту, в результате чего на блок «&» поступают два сигнала: один контролирует напряжение в системе и при снижении его ниже номинального не дает запуститься частотным защитам, второй сигнал сверяется с уставкой по частоте, и при снижении или превышении также поступает на логический блок «&». После логического блока сигнал отправляется на сигнализирующее звено и через выдержку времени на выходные реле защиты. В дополнение к схеме защиты минимальной частоты внедрена ветвь, определяющая скорость снижения волны частоты, т. е. если частота снижается недостаточно быстро для возникновения опасного режима, эта ветвь может блокировать работу защиты.

### Экспериментальная часть

1. Проверить состояние защитного заземления стенда.

2. Подать питание на стенд при помощи автоматического выключателя SF1, убедиться в наличии питания по индикации положения выключателя.

3. Убедиться в наличии питания по индикации блока Sepam 40, дождаться полной загрузки устройства.

4. Привести персональный компьютер в рабочее состояние.

5. Подключить порт лицевой панели устройства Sepam при помощи кабеля COM-USB к USB-порту персонального компьютера.

6. Запустить приложение SFT2841, в окне программы (рис. 5.3) нажать кнопку 🕵.

SFT 2841
Русский 👻
SFT 2841, программное обеспечение для
конфигурирования Sepam
Вы хотите
Подсоединиться к Sepam
Серия 20 Серия 40 Серия 60 Серия 80 Применение 20 Применение 40 и 50 Применение 60 Применение 80
Выход SFT 2841

Рисунок 5.3 - Окно «SFT-2841»

7. Открыть вкладку «Конфигурация Sepam» (рис. 5.4). В данной работе используется расширительный модуль MES114, установить «галочку» напротив. Обозначить название блока, например, «Sepam 40». Модель блока выбрать «MD» (со встроенным дисплеем). В текстовом поле «Тип Sepam» указать тип – ЧЗ.

став Sepam   Основные харак:	геристики   Контроль ТТ/ТН   Л	огика управления   Пароль	
Конфигурация SI	EPAM		Применить Отмена
Тип применения	Подстанция S41	Модель Sepam С Модель МХ (без встро	ренного дисплея)
Тип Sepam	Sepam 20	• Модель MD (со встрое	нным дисплеем)
- Дополнительные модули		Режим синхронизации	От сети 💌
С MES108 (модуль входов	иљ на 41 ± 401		
C MES114 (моду	ль на 101 + 40)		
🔲 MET148 (модуль на 8	темп. датчиков) номер 1		
🔲 МЕТ148 (модуль на 8	темп. датчиков) номер 2		
🥅 MSA141 (Модуль анал	тогового выхода)		
🗖 DSM303 (Выносной г	рафический экран )		
🔲 АСЕххх (Модуль связ	4 RS485)		
L			

Рисунок 5.4 – Окно «Конфигурация Sepam»

8. Выбрать вкладку «Основные характеристики» (рис. 5.5). Установить в поле «Частота сети» частоту – 50 Гц. В поле «Выбор активной группы» выбрать – «Группа уставок А». «Телеуправление» установить – нет. В поле «Рабочий язык Sepam» выбрать – «Русский». В поле «Ввод/фидер» выбрать – «фидер».

В поле «Трансформаторы напряжения» установить следующие показатели:

– Номинальное первичное напряжение – 6 кВ;

- Номинальное вторичное напряжение 100 В;
- Схема соединения TH U21, U32;
- Измерение напряжения V0 Не измеряется.

Файл Правка Эксплуатация Sepam	Параметрирование Опции Окно	?	-
🗅 ൙ 🔲 🎒 🔛 🎦 🔂 🛍 Fct	🌶 🏗 뉴 원 🛕 😽 🚄 🕨 👘		
став Sepam Основные характеристики К	онтроль ТТ/ТН   Логика управления   Паро	ль	
основные характеристи	ки		Отмена
Частота сети	Трансформаторы тока		Дискретность счетчика
📀 50 Гц	Номинал. тока	TT 5A 💌	A
С 60 Гц	Число тр-ров тока	11,13 💌	О 1
Выбор активной группы уставок		250 A -	I KDIN .
Этот выбор определяет активную группу	поминальный первичный ток	250	Реактивная энергия
для всех защит.	Базовый ток (Ib)	230 A .	01
Группа уставок А 💌	Период интеграции	5 🔻 мин	јол ј квар.ч
Телечправление	Ток 10 Не измеря	ется	
• Her	U	2	
С Да	номинал. (inu)		
Рабочий язык Sepam	Трансформаторы напряжения		
Английский	Номинальное первичное напряжение	6 кв 🕂	
С Русский	Номинальное вторичное напряжение	100 V B	
Ввод/фидер			
С Ввод	Схема соединения ТН	021,032	
Фидер	Измерение напряжения V0	Не измеряется 💌	
Haswaweeve dawn Separa			

Рисунок 5.5 – Окно «Основные характеристики»

9. На вкладке «Логика управления» (рис. 5.6) в поле «Параметрирование выходных реле» установить «ОЗ» Испол. – да.

	Правка Э	ксплуатация	i <u>S</u> epam	Парамет	рирован	ие <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>				-
🗅 🖻		<b>-</b> L %	🛗 Fct	P 🏗 1	ሐዲ(	1 ↔ 🖂 🕨				
став Sep	am   Основ	ные характер	истики   К	нтроль ТТ	7ТН Ла	гика управления Пароль				
Поги		2000114	- -							Отмен
1017	ka ynp	авлени	^							0111010
Контрол	1ь выключат	еля								
Он	ет									
<b>• •</b>				- L	Станд	артное применение				
- 4										
Логичес	кая селект	ивность			Назначе	ние логических входов				
ΘH	ет					Попилаский вход		Munon	Haen	
ОД	ia				111	Вых дочатель отк дочен		инвор.	эдер.	
					112	Вык доуатель вк доуен				
Параме	трирование	выходных ре	ле		113	Не использиется	-			
	Испол.	Контакт	Имп.	1   I	114	Не используется	-			
01	Дa	но		1	121	Не используется	-			
02	Дa	НЗ		1	122	Не используется	-			
	Дa	HO		1	123	Не используется	-			
03	Дa	НЗ			124	Не используется	-			
03 04	Па	но			125	Не используется	-			
03 04 011	240	un.			126	Не используется	•			
03 04 011 012	Да	nu			1					
03 04 011 012 013	Да Да	HO								
03 04 011 012 013 014	Да Да Да	HO HO								

Рисунок 5.6 – Окно «Логика управления»

10. На иконке 🕒 панели инструментов расположены параметры уставок, на вкладке 81Н расположены уставки Защиты максимальной/минимальной частоты (ЗМЧ/ЗмЧ) (рис. 5.7).

В объеме данной лабораторной работы необходимо проверить срабатывание защиты максимальной частоты по одной ступени и защиту минимальной частоты по двум ступеням защит.

Параметры ступеней:

• Активировать ступени, устанавливая «галочку» на пересечении строки «Ступень 1» для ЗМЧ «Ступень 1», «Ступень 2» для ЗмЧ и столбца «Вкл.».

• Активировать работу на отключение выключателя, устанавливая аналогичным образом символ в столбце «Отключ.».

• Для первой ступени ЗМЧ Уставка по частоте – «53 Гц», Выдержка – «1 с», Параметры удержания не устанавливать.

• Для первой ступени ЗМЧ Уставка по частоте – «47 Гц» и Выдержка – «1 с», для второй – Уставка по частоте – «45 Гц» и Выдержка – «100 мс».

• В поле «Поведение при отключении» установить «галочку» на пересечении строк «Ступень 1» и «ОЗ», «L8»; на пересечении строк «Ступень 2» и «О12», «L9».



Рисунок 5.7 – Окно «81Н уставки защиты максимальной/минимальной частоты»

ПО ОКОНЧАНИИ ВВОДА УСТАВОК НАЖАТЬ КНОПКУ «ПРИМЕНИТЬ»!!! Только после нажатия кнопки происходит обмен данными с терминалом защит и информация об уставках вносится в память устройства.

11. Произвести проверку действия терминала на параметрируемые уставки защит. Для этого подключить устройство РЕТОМ–61 в соответствии со схемой подключения (рис. 5.8).



Рисунок 5.8 – Схема подключения токовых и дискретных цепей РЕТОМ–61 к блоку Sepam 40

12. Запустить приложение «РЕТОМ.exe» от имени администратора (рис. 5.9).



Рисунок 5.9 - Окно «РЕТОМ-61»

13. Подать питание на РЕТОМ-61 кнопкой включения на лицевой панели устройства и ожидать загорания сигнального светодиода «Готовность», который сигнализирует о готовности прибора к началу работы.

14. Провести проверку в ручном режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Ручное управление» (рис. 5.10).

В открывшемся окне программы (рисунок) в ручном режиме подать токи на проверяемое устройство.



Рисунок 5.10 - Окно «Ручное управление»

Контроль срабатывания устройства производить в поле «Входы дискретные» по изменению цифровых светодиодов с зеленых на красные. Необходимо обратить внимание на тип контакта (НО или НЗ), он должен соответствовать контакту в терминале.

- В поле «Напряжение» в выпадающем меню выбрать «Управление UABC».
- В поле «Вольтметр» установить «Мин» 100 В.
- В поле «Частотомер» установить «Шаг» 1 Гц.

• Включить программу, активируя красную кнопку в правой верхней части. О подключении к прибору программы будет свидетельствовать характерный звук срабатывания реле.

• Постепенными нажатиями на стрелку влево или вправо в поле «Частотомер» необходимо довести значение тока до введенного значения уставки.

• При срабатывании реле производится щелчок РП-11 (отключается автоматический выключатель), на дисплее отображается сообщение «Макс./Мин. частота» и загорается светодиод L8, L9, в окне проверки «Ручное управление» в поле дискретных сигналов цвет цифрового светодиода меняется с зеленого на красный (рис. 5.11, 5.12, 5.13).



Рисунок 5.11 – Срабатывание первой ступени ЗМЧ в ручном режиме



Рисунок 5.12 – Срабатывание первой ступени ЗМЧ в ручном режиме



Рисунок 5.13 – Срабатывание первой и второй ступени ЗМЧ в ручном режиме

• При снижении значения частоты ниже уставки реле автоматически возвращается в исходное состояние.

• Определить значения: Fcp, Tcp, Fв, вычислить Кв реле.

• Перед отключением снизить напряжение в поле вольтметра до нулевого значения и отключить PETOM-61 в окне программы, сквитировать сигнал о срабатывании на дисплейной панели или в программе SFT2841 в панели, обозначенной желтым треугольником, кнопками «сброс» и «очистить», вернуть силовой выключатель при помощи ключа управления SQ1 на лицевой панели стенда в рабочее положение.

15. Провести проверку реле в автоматическом режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Проверка реле частоты» (рис. 5.14, 5.15, 5.16) в окне программы «РЕТОМ61.exe».

рхив Сброср	езультатов Р	етом Протокол Помощь Выход	
	Tun pene	100 1 200 1	
	Оперативное С Нет С ~ С = С 3-х ф	напряжение Иав 100.00 В 100.00 В 100.00 В	ивный вход Номер 2 <b>т</b> Тип <b>т</b>
Вид проверки	Уставки и заданые	Условия проверок	Стереть результаты предыдущ. проверок
	значения		Результат Погрешность,%
🔽 Еср	53.00 Гц	50.00 55.00 1.000 2.00 0.500	53.0±0.0 Гц 0.00
FB3	52.00 Гц	55.00 50.00 1.000 2.00 0.500	52.0±0.0 Гц 0.00
🔽 Тср	0.100 c	50.00         45.00         Скачком         1.00         1.000	0.0±0.0 c 100.00
🔽 Твз	0.100 c	45.00         50.00         Скачком         1.00         1.00	0.037±0.0 c 62.60

Рисунок 5.14 – Проверка уставок ЗМЧ в автоматическом режиме

- В текстовом поле программы Тип реле указать «Sepam 40».
- Оперативное напряжение ~ 100 В.
- Испытательное напряжение Uc 100 В.
- Активный вход: Номер 2, Тип Открытый.
- В столбце Виды проверок установить все «галочки».

• Текстовые поля программы заполнить в соответствии с изображением, приложенным ниже.

жив Сброср	езультатов Ре	том Прот	окол Пом	ощь Выход				
	Tun pene	Sepam						
	Оперативное С Нет С ~ С = С 3-х ф	напряжение 1 100.00 азное АВС	B	пытательное	напряжени	е Uc — Акт	ивный вход Номер 2 💌 Тип 🔽 🗸	
Вид проверки	Уставки и заданые		Усг	ювия провер	ж		Стереть предыду	результаты щ. проверок
	значения	Гнач, Гц	<b>Екон</b> , Гц	∆F, Гц	∆T,c	∆F/∆t ,Fu/c	Результат	Погрешность,%
Fcp	47.00 Гц	50.00	45.00	1.000	1.00	1.000	46.0± 0.0	Гц 2.13
FB3	50.00 Гц	45.00	50.00	1.000	1.00	1.000	48.0± 0.0	Гц 4.00
🕅 Тср	0.100 c	50.00	45.00	Скачком	1.00	1.000	0.0± 0.0	c 0.00
∏ Твз	0.100 c	45.00	50.00	Скачком	1.00	1.000	0.0± 0.0	c 0.00
		Количеств		1 -				

Рисунок 5.15 – Проверка уставок ЗМЧ первой ступени в автоматическом режиме

<b>Нz</b> Проверка рел	е частоты							
Архив Сброс р	езультатов Ре	етом Прот	окол Помо	ць Выход				
🍅 🖪 🗉	🗉 🕨 🛛	тор <i> </i>	Ø 🚽	Ì				
	Тип реле	Sepam						
	Оперативное С Нет С ~ С = С 3-х ф	напряжение С 100.00 азное ABC	Jab Исп В	ытательное	напряжени	e Uc — Akt	ивный вход Номер 1 💌 Тип 🔽 🗸	
Вид проверки	Уставки и заданые		Усло	вия проверс	ж		Стереть предыду	результаты иц. проверок
	значения Енач, Г		Екон, Гц	ΔF, Гц	∆T,c	∆F/∆t ,Fu/c	Результат	Погрешность,%
Fcp	45.00 Гц	50.00	44.00	1.000	2.00	0.500	45.0±0.0	Гц 0.00
🔽 Гвз	50.00 Гц	44.00	50.00	1.000	2.00	0.500	46.0± 0.0	Гц 8.00
[ Тср	0.100 c	50.00	45.00	Скачком	1.00	1.000	0.0± 0.0	c 0.00
∏ Твз	0.100 c	45.00	50.00	Скачком	1.00	1.000	0.0± 0.0	c 0.00
		Количество	о проверок	1 🔻				
						kl=1.0; kl	U=1.0kl2=1.0; Imax=20.0A	; Imax2=15.0A; Umax=1

Рисунок 5.16 – Проверка уставок ЗМЧ второй ступени в автоматическом режиме

• Нажать «ОК» и в окне «Проверка реле частоты» нажать кнопку «Start», которая изображена в виде зеленого треугольника.

• В результате проверки все строки должны иметь синий текст и в поле «Результат» значение должно быть «Ок». Если результаты ошибочны, необходимо изменить условия проверки и отрегулировать уставки реле в терминале.

• Клавишей «PRTSC» на клавиатуре необходимо скопировать результаты уставок проверки и окна результатов для отчета. (Значения в столбце «Замер» отражают реальные значения работы защиты.)

• Сохранить результаты проверки в протокол в формате doc и включить их в отчет.

• Повторить эксперимент со второй ступенью защиты, устанавливая уставки проверки в соответствии с изображениями на рис. 5.15, 5.16.

• Результаты проверки терминала в ручном режиме и в автоматическом режиме занести в таблицу 5.1.

ЗМЧ/ЗмЧ	Fcp, A	Tcp, c	<b>FB</b> , <b>A</b>	Тв, с	Кч
	Проверка	реле в ручном ре	жиме		
Ступень 1					
Ступень 1					
Ступень 2					
	Проверка реле	в автоматическо	м режиме		
Ступень 1					
Ступень 1					
Ступень 2					

Таблица 5.1 – Результаты эксперимента

16. В окне программы SFT2841 перейти на вкладку «Запись осциллограмм» (рис. 5.17), выбрать из списка осциллограммы возникновения больших токов и нажатием на кнопку по стрелке выгрузить осциллограммы в папку с отчетом по работе.

📓 SFT2841 - Sepam серии 40 - [Окно подсое	динения]		×
📕 Файл Правка Эксплуатация Sepam	Параметрирование <u>О</u> пции Ок <u>н</u> е	o <u>?</u> .	. <i>5</i> ×
🖘 🗅 📽 🖃 🎒 🖬 노 🗞 🛍 Fot	🖌 🏗 🕂 👻 🚣 😽 🚄 🍉		
Запись осциллограмм			
Даты доступных записей		Выдельте записи и нажлите здесь для их восстановления.	
Запуск записи осциллограмм		Hopag sanuch	
Запуск С Выкл.			
С Вкл.		Запуск SFT2826	
С Подсоединен Подстанция S41	Sepam 20	В работе Телеуправление р 19/05/2018 12:49	46 //

Рисунок 5.17 - Окно «Запись осциллограмм»

17. Открыть приложение FastView.exe, в меню программы выбрать пункт «Открыть» и выбрать сохраненные осциллограммы. Результаты должны быть подобны изображениям, приложенным ниже. Данные осциллограммы проанализировать и приложить к отчету по лабораторной работе (рис. 5.18, 5.19).

18. Закрыть все активные приложения. Обесточить установку автоматическим выключателем SF1 и выключить PETOM-61.

19. Оформить отчет по выполнению лабораторной работы, отразить информацию о введенных уставках в терминал Sepam 40, результаты проверки работы защит в автоматическом и ручном режимах. Сделать выводы о проверке работы терминала в ручном и автоматическом режимах.



Рисунок 5.18 – Осциллограмма работы ЗМЧ первой ступени



Рисунок 5.19 – Осциллограмма работы ЗМЧ второй ступени

Контрольные вопросы

1. Назначение устройств АЧР и АОПЧ.

2. Начертите функциональную схему работы защиты понижения частоты блока Sepam 40.

3. Начертите функциональную схему работы защиты повышения частоты блока Sepam 40.

4. Поясните последовательность срабатывания логической схемы защит от снижения и повышения частоты в блоке Sepam 40.

5. Какие требования предъявляются к устройствам АЧР?

6. Сколько ступеней предусмотрено в блоке Sepam 40 в защите максимальной/минимальной частоты? Почему?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 Устройство резервирования отказа выключателя

Задание: выполнить настройку блока Sepam 40 с установкой резервирования отказа выключателя. Удостовериться при помощи дисплея в результативности ввода уставок. При помощи РЕТОМ-61 выполнить проверку работы защит, заполнив соответствующие протоколы результатов работы.

## Общие сведения

В работе систем электроснабжения возможно возникновение ситуаций, когда защитные устройства (выключатели) не могут или не способны в необходимый момент остановить разрушающее воздействие токов короткого замыкания.

Даже возможность возникновения таких событий уже влечет за собой необходимость поиска средств для снижения частоты таких событий, но в общем случае устройства автоматики позволяют отследить срабатывание выключателей во время повреждений, по истечении уставки самого выключателя, отправлять сигналы на отключение вышестоящих по схеме выключателей для прекращения действия аварийного режима.

Оборудование в системах электроснабжения выбирается исходя из устойчивости к термическим и динамическим воздействиям тока короткого замыкания, но оно не предусматривает длительное протекание таких токов. Это говорит о том, что такие режимы могут приводить к значительным авариям и нарушениям в нормальной работе электроснабжения.

Поэтому установка устройств резервирования является обязательным условием по обеспечению необходимой надежности и снижения величины потока отказов, позволяющим исключить последствия несрабатывания основного комплекта защит выключателя и прочего оборудования на том или ином узле.

Резервирование может осуществляться по двум принципам:

1. Дальнее резервирование – основные комплекты защит резервируются защитными устройствами, имеющимися на смежных участках электроустановки. В таком случае для защиты на смежном участке должны быть приняты меры с учетом уставок контроля параметров на резервируемом участке, и в соответствии с выдержкой времени отключить смежный выключатель по истечении времени срабатывания защит на резервируемом участке с добавлением некоторой отсрочки по времени [1].

2. Ближнее резервирование осуществляется силами оборудования в пределах электроустановки.

Проблемой применения дальнего резервирования является малая чувствительность и сложность обеспечения селективности в связи с протяженностью сетей и наличием кольцевых участков в схемах электроснабжения, поэтому в таких случаях привлекательнее применение ближнего резервирования.

В схемах релейной защиты это обеспечивается следующим образом: применяется два комплекта защит, и один является резервом для другого.

Механика работы резервирования осуществляется устройством, известным как устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ). Пуск защиты осуществляется защитами поврежденного выключателя, которые должны отключать все присоединения, так или иначе питающие место короткого замыкания.

Алгоритм работы устройства следующий: по окончании выдержки времени основного устройства защиты выключателя запускается выдержка времени устройства УРОВ, и если за прошедший период времени замыкание не устранилось или основной комплект защиты так и не пришел в действие, то замыкается цепь защиты резервных устройств, и отключаются предшествующие присоединения, по которым осуществляется подпитка короткого замыкания.

Устройство резервирования не гарантирует работу отказавшего устройства, но за счет установки параллельного комплекта защит позволяет гарантировать отключение, даже если основной комплект защит не пришел в действие.

Основной и резервный комплекты защит должны иметь независимое питание и цепи управления и защиты, чтобы исключить взаимный отказ обоих комплектов защит.

Эти комплекты имеют раздельные:

- источники оперативного тока (TT);
- автоматические и ручные устройства защиты цепей (Q, F);
- исполнительные органы реле.

Устройство УРОВ работает по принципу ближнего резервирования. Ближнее резервирование позволяет получить преимущества в области селективности по сравнению с дальним резервированием.

Устройство УРОВ в Sepam имеет многовариативную структуру, позволяющую обозначить различные условия приведения устройства автоматики в действие (рис. 6.1). Прежде всего, на входы подается один измерительный сигнал значения тока, превышающего значение уставки УРОВ, данный сигнал суммируется с сигналом, поступающим от основных действующих защит блока при приведении их в действие, кроме этого, имеется три программируемых логических входа, определяемых программируемой логикой блока и позволяющих создавать дополнительные условия для УРОВ. Также в схеме имеются выдержки времени и два выходных сигнала, один из которых действует на сигнализацию, а второй уходит на выходные реле [5].



Setting: (1) Accounting for the circuit breaker position (2) Not accounting for the circuit breaker

#### Рисунок 6.1 – Логическая схема работы УРОВ в Sepam 40

#### Экспериментальная часть

1. Проверить состояние защитного заземления стенда.

2. Подать питание на стенд при помощи автоматического выключателя SF1, убедиться в наличии питания по индикации положения выключателя.

3. Убедиться в наличии питания по индикации блока Sepam 40, дождаться полной загрузки устройства.

4. Привести персональный компьютер в рабочее состояние.

5. Подключить порт лицевой панели устройства Sepam при помощи кабеля COM-USB к USB-порту персонального компьютера.

6. Запустить приложение SFT2841, в окне программы нажать кнопку 🖉 (рис. 6.2).

SFT 2841	×
Русский	
SFT 2841, программное обеспечение для	
конфигурирования Sepam	
Вы хотите	
Подсоединиться к Sepam	
Серия 20 Серия 40 гранование 50 Приновение	Серия 80 хименение 80
Bewag SFT 2841	

Рисунок 6.2 - Окно «SFT-2841»

7. Открыть вкладку «Конфигурация Sepam» (рис. 6.3). В данной работе используется расширительный модуль MES114, следует установить «галочку» напротив. Обозначить название блока, например, «Sepam 40». Модель блока выбрать «MD» (со встроенным дисплеем). В текстовом поле «Тип Sepam» указать тип – УРОВ.

) 🗅 ൙ 🖬 🚭 🗖 ⊾	跑 🛍 Fot   🎤 🏦 🕂 🕄 иктеристики   Контроль II/IH   Лі	🛕 😽 🖂 🔛	
Конфигурация \$	SEPAM		Применить Отмена
Тип применения Tun Sepam	Подстанция S41 Sepam 20	Модель Sepam С Модель МХ (без встр с Модель MD (со встрое	оенного дисплея) енным дисплеем)
Дополнительные модул МЕS (модуль входо МЕS108 ( мо МЕS108 ( мо МЕS114 (мо	и в /выходов) идуль на 4I + 40 ) адуль на 10I + 40 )	Режим синхронизации	От сети 💌
MET148 (модуль на	8 темп, датчиков) номер 1 8 темп, датчиков) номер 2		
🔲 MSA141 (Модуль ан	алогового выхода) графический экран )		
🗖 АСЕххх (Модуль свя	взи RS485)		
С Подсоединен Подста	нция S41 Sepam 20	В работе Те	елеуправление р 14/05/2018 16:24:38

Рисунок 6.3 – Окно «Конфигурация Sepam»

8. Выбрать вкладку «Основные характеристики» (рис. 6.4). Установить в поле «Частота сети» частоту – 50 Гц. В поле «Выбор активной группы» выбрать – «Группа уставок А». «Телеуправление» установить – нет. В поле «Рабочий язык Sepam» выбрать – «Русский». В поле «Ввод/фидер» выбрать – «фидер».

В поле «Трансформаторы тока» установить следующие показатели:

- номинал тока TT 5 A;
- число трансформаторов тока I1, I2, I3;
- номинальный первичный ток 5 A;
- базовый ток 5 А.

Файл Правка Эксплуатация Sepam	Параметрирование Опции Окно	?	- 6
🗅 🚅 🖩 🎒 🗖 노 🗞 📋 Fot	🖋 11 뉴 및 🛕 😽 🔫 🖊 🔛		
став Sepam Основные характеристики К	онтроль ТТ/ТН   Логика управления   Паро	ль	
Основные характеристи	ки	Г	Ірименить Отмена
Частота сети	Трансформаторы тока		Дискретность счетчика
• 50 Eu	Номинал. тока	TT 5A 💌	
С 60 Гц	Yuc to TD-DOB TOKA	11,13 -	Активная энергия
	inche ip pop rolla	250	0.1 квт.ч
Этот выбор определяет активнию гриппи	Номинальный первичный ток	230 A .	
для всех защит.	Базовый ток (lb)	250 A 🕂	Реактивная энергия
Группа уставок А 💌	Период интеграции	5 💌 мин	0.1 кВар.ч
Телечправление	Ток Ю Не измеря	тется 💌	
• Her	Havenue (I=0)	2 A	
С Да	Номинал. (Inu)		
Рабочий язык Sepam	Трансформаторы напряжения		
Английский	Номинальное первичное напряжение	6 кВ 📩	
С Русский	Номинальное вторичное напряжение	100 V B	
Ввод/фидер			
С Ввод	Схема соединения ТН	021,032	
🛈 Фидер	Измерение напряжения V0	Не измеряется 💌	
Назначение ламп Sepam			

Рисунок 6.4 – Окно «Основные характеристики»

9. На вкладке «Логика управления» (рис. 6.5) в поле «Параметрирование выходных реле» установить «О12» Испол. – да.

T2841 -	Sepam cep	оии 40 - [Окн	ю подсоединен	(RN				
Файл [	<u>1</u> равка Э	ксплуатация	i <u>S</u> epam <u>∏</u> ap	аметрирова	ние <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>			- 5
D 🗳		🖬 노 🎭	🕮 Fet 🎤 :	1 뉴 언	⚠ ↔ 🔫 🗲			
став Ѕер	am   Основ	ные характер	истики   Контро.	ъТТ/ТН Л	огика управления Пароль			
Поги		2000						Птмена
1010	ka ynp	авлени	л				participanto	ormond
Контрол	ь выключат	еля						
Он	ет			-				
ΘД	a			Стаң	дартное применение			
Логичес	кая селект	ИВНОСТЬ		Назнач	ение логических входов			
ΘH	ет				Логический вход	Инвер.	Удер.	
О Да III Выключатель откл								
_				112	Выключатель включен			
Парамет	рирование	выходных ре	ле	113	Не используется	-		
	Испол	Контакт	Имп.	114	Не используется	-		
01	Дa	HO		121	Не используется	•		
02	Дa	H3		122	Не используется	-		
03	Дa	HO		123	Не используется	-		
04	Дa	Н3		124	Не используется	-		
011	Дa	HO		125	Не используется	-		
012	Дa	HO		126	Не используется	-		
013	Дa	HO						
014	Дa	HO						
С Подо	соединен	Подстанция	S41 Separ	n 222	В работе	Телеуправлен	ние р 18/06	2018 18:35:04

Рисунок 6.5 – Окно «Логика управления»

10. На иконке 🕒 панели инструментов расположены параметры уставок, на вкладке 50BF расположены уставки устройства резервирования основного выключателя (рис. 6.6).

В объеме данной лабораторной работы необходимо проверить срабатывание защит по одной ступени.

Установить параметры:

• Активировать ступень, устанавливая «галочку» на пересечении строки «Ступень 1» и столбца «Вкл.».

• Ток уставки – «1 А», Выдержка – «3 с», Параметры удержания не устанавливать.

• В поле «Поведение при отключении» установить «галочку» на пересечении строки «Ступень 1» и столбца «ОЗ».

SFT2841 - Sepam cep	оии 40 - [Окно подсо	единения]			
📕 <u>Ф</u> айл <u>П</u> равка Э	ксплуатация Separ	п <u>П</u> араметрирование <u>О</u> пц	ии Ок <u>н</u> о <u>?</u>		_ 8 :
=>  🗅 🗳 🗟 🎒	🖬 노 🗞 🛍 Fct	🎢 🏗 🕂 👻 🚣 😽   -			
50/51 50N/51N 50	3F 46 67N	32P   27/27S   59   59N	47 81 79		
50BF : YPO	В			Примени	ть Отмена
Ступень 1	Вкл. Су IV I	держ.	Уставка по току Is	И Выдержка времени	сп. вкл. положение выключателя
Поведение при отклю	чении 02 <u>03</u> 04 011 012 X	013 014 L1 L2 L3 L4 L5	6 L7 L8 L9 Сообш. ВПЯХІ	на англ. Сообщ. на ру 7 FAILURE MPOB	сск. Осц.
•					•
🕒 С Подсоединен	Подстанция S41	Sepam 222	Установка па	ра Телеуправление р 18	/06/2018 18:41:34

Рисунок 6.6 – Окно «50BF уставки устройства резервирования отказа выключателя»

ПО ОКОНЧАНИИ ВВОДА УСТАВОК НАЖАТЬ КНОПКУ «ПРИМЕНИТЬ»!!! Только после нажатия кнопки происходит обмен данными с терминалом защит и информация об уставках вносится в память устройства.

11. Произвести проверку действия терминала на параметрируемые уставки защит. Для этого подключить устройство РЕТОМ–61 в соответствии со схемой подключения (рис. 6.7).



Рисунок 6.7 – Схема подключения токовых и дискретных цепей РЕТОМ–61 к блоку Sepam 40

12. Запустить приложение «РЕТОМ.exe» от имени администратора (рис. 6.8).



Рисунок 6.8 - Окно «РЕТОМ-61»

13. Подать питание на РЕТОМ-61 кнопкой включения на лицевой панели устройства и ожидать загорания сигнального светодиода «Готовность», который сигнализирует о готовности прибора к началу работы.

14. Провести проверку в ручном режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Ручное управление».

В открывшемся окне программы (рис. 6.9) можно в ручном режиме подавать токи на проверяемое устройство.



Рисунок 6.9 – Окно «Ручное управление»

Контроль срабатывания устройства производится в поле «Входы дискретные» по изменению цвета цифровых светодиодов с зеленого на красный. Необходимо обратить внимание на тип контакта (НО или НЗ), он должен соответствовать контакту в терминале.

- В поле «Ток» в выпадающем меню выбрать «Управление IABC».
- В поле «Амперметр» установить «Шаг» 0,5 А.

• Отключить выключатель переключателем SQ1 на лицевой панели стенда, об отключенном положении будет сигнализировать красный светодиод.
• Включить программу, активируя красную кнопку в правой верхней части. О подключении к прибору программы будет свидетельствовать характерный звук срабатывания реле.

• Постепенными нажатиями на стрелку влево или вправо в поле «Амперметр» необходимо довести значение тока до значения параметрируемой уставки.

• В данной работе мы моделируем отказ основного выключателя, поэтому он изначально находится в отключенном положении, блок Sepam после неудачной попытки отключить выключатель повторно отправляет сигнал на срабатывания УРОВ.

• При снижении значения тока ниже уставки реле автоматически возвращается в исходное состояние.

• Определить значения: Іср, Тср, Ів, вычислить Кв реле.

• Перед отключением снизить ток в поле амперметра до нулевого значения и отключить PETOM-61 в окне программы. Сквитировать сигнал о срабатывании на дисплейной панели или в программе SFT2841 в панели, обозначенной желтым треугольником, кноп-ками «сброс» и «очистить». Вернуть силовой выключатель при помощи ключа управления SQ1 на лицевой панели стенда в рабочее положение.

15. В окне программы SFT2841 перейти на вкладку «Запись осциллограмм» (рис. 6.10), выбрать из списка осциллограммы возникновения больших токов и нажатием на кнопку по стрелке выгрузить осциллограммы в папку с отчетом по работе.

🗐 SF	T2841	- Sepam	сери	и 40 -	[Окн	о под	coe	цине	ния]																		x
	<u>Ф</u> айл	Правка	Эк	плуат	ация	<u>S</u> ep	am	<u>П</u> а	рам	етри	рова	ние	<u>o</u>	пци	и (	Ок <u>н</u> о	2									- 8	×
≼∍	D 🖬	) 🖬 🖉	)   E		80	:Ш F	ct	٢	Т,	$\frac{1}{11}$	윚	Δ	4	4	16	>											
	<b>Зап</b> Воссти	ИСЬ О	<b>СЦИ</b> запі	<b>іллс</b> ісанны	э <b>гра</b> іх осц	<b>3ММ</b> илогра	amm										Вы	делите для и	записи х восс	и ная танов	кмите	: здесі 1.	ь				
	Дат	ы доступн	ых з	аписей																₽ ₽							
	Запусі	к записи с	сцил	лограм	1M —							1					Ho	вая зап	ись								
	Запу	СК			1	С Вы	К.Л.														_						
						🖲 Вкл	1.										3an;	јск SFT:	2826								
	C No	дсоедине	H	Подста	анция	S41		Sep	am 20	)							B pat	іоте	Te	eneyno	авле	ниер	19/0	5/2018	12:4	9:46	

Рисунок 6.10 - Окно «Запись осциллограмм»

16. Открыть приложение FastView.exe, в меню программы выбрать пункт «Открыть» и выбрать сохраненные осциллограммы, результаты должны быть подобны изображениям, приложенным ниже (рис. 6.11). Данные осциллограммы проанализировать и приложить к отчету по лабораторной работе.



Рисунок 6.11- Осциллограммы срабатывания устройства

17. Закрыть все активные приложения. Обесточить установку автоматическим выключателем SF1 и выключить PETOM-61.

18. Оформить отчет по выполнению лабораторной работы, отразить информацию о внесенных уставках в терминал Sepam 40, результаты проверки работы защит в автоматическом и ручном режимах. Сделать выводы о проверке работы терминала в ручном и автоматическом режимах.

### Контрольные вопросы

- 1. Назначение УРОВ.
- 2. Начертите функциональную схему работы УРОВ Sepam 40.
- 3. Поясните последовательность срабатывания логической схемы УРОВ в блоке Sepam

40.

- 4. Какие требования предъявляются к УРОВ?
- 5. От чего зависит время срабатывания УРОВ?

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 Автоматическое повторное включение

Задание: выполнить настройку блока Sepam 40 с установкой автоматического повторного включения. Удостовериться при помощи дисплея в результативности ввода уставок. При помощи РЕТОМ–61 выполнить проверку работы защит, заполнив соответствующие протоколы результатов работы.

### Общие сведения

Значительный простой в работе оборудования возникает вследствие ложного срабатывания релейной защиты, вызванного неустойчивыми повреждениями в электрической сети.

Такими повреждениями считаются самоустраняющиеся КЗ, так как они способны самоликвидироваться при снятии напряжения вследствие работы защиты.

Большинство повреждений на линиях электропередач являются неустойчивыми, в связи с большой протяжностью сетей и разветвленностью их доля в общей работе системы электроснабжения достигает > 50%.

Причинами возникновения повреждений могут стать:

- пробой изоляции от грозовых и других перенапряжений;
- искусственное замыкание проводов, вследствие вандальных действий;
- замыкание вследствие ветровых порывов;
- иные факторы.

Для обеспечения включения после обесточивания защитой используются средства автоматики, обеспечивающие повторное включение – устройства автоматического повторного включения (АПВ).

В процессе работы АПВ может быть успешным и неуспешным.

Успешное АПВ – то, после срабатывания которого система возвращается к нормальному режиму работы.

Кроме неустойчивых повреждений в работе линий электропередач могут возникать и устойчивые повреждения, которые продолжают действовать вне зависимости от времени обесточивания электрооборудования и требуют непосредственного вмешательства оперативно-ремонтного персонала. В случае таких повреждений после срабатывания защиты устройство АПВ вновь включит линию на повреждение и АПВ оказывается неуспешным.

Очень важно обеспечивать однократное срабатывание устройств АПВ, так как повторное срабатывание негативно влияет на работу оборудования из-за множественных коммутационных перегрузок. Может применяться двукратное АПВ в случае необходимости обеспечения селективности или увеличения надежности на тупиковых подстанциях [4].

Устройства АПВ должны работать в комплексе с устройствами релейной защиты, тем самым можно достичь меньшего времени работы защит, а также увеличить надежность схемы электроснабжения. При наличии систем АПВ иногда можно полностью игнорировать временные уставки защит, обеспечив условия селективности при помощи повторного включения нормально работающих линий после отключения поврежденного участка.

Имеются два вида ускорения для работы релейной защиты:

- перед АПВ;
- после АПВ.

Ускорение перед АПВ: изначально при повреждении обесточиваются все отходящие линии и при помощи устройства АПВ все нормально работающие вновь включаются в сеть.

Ускорение после АПВ: в первую очередь производится отключение участка с коротким замыканием, в соответствие с необходимой селективностью, но после этого выдержка времени АПВ уменьшается. Когда системе не удалось восстановиться после повреждения, защиты отрабатывают повторно, исключая уставку по времени. При успешной работе АПВ ускорение защиты отключается, и в дальнейшем работа АПВ будет происходить в нормальном режиме, с установленными выдержками времени [1].

Наличие нескольких источников питания и угроза их синхронной работе вносят особенности в отключение линий. В таких случаях возникают дополнительные сложности одновременного отключения линии с обеих сторон. Эта особенность устанавливает необходимость иметь два комплекта АПВ: в начале и конце линии.

Чтобы исключить множественное включение от разных устройств линии на устойчивое повреждение на разных сторонах линии, необходимо включать выключатели в два этапа:

1. Пробное включение линии производится только с одной стороны (Контроль отсутствия напряжения).

2. При нормальной работе автоматики на первом этапе пускается второй комплект (Контроль наличия напряжения).

Однако существуют ситуации, когда значительное количество ответственных электродвигателей значительно больше определённого максимально возможного значения, тогда следует предпринимать мероприятия по ограничению влияния от снижения напряжения при помощи отключения части ответственных электродвигателей. В таком случае после восстановления номинального режима и выхода остальных, продолжающих работу, двигателей вновь на режим, через заданную уставку времени при помощи устройств плавного пуска, происходит запуск отключенных двигателей обратно.

#### Экспериментальная часть

1. Проверить состояние защитного заземления стенда.

2. Подать питание на стенд при помощи автоматического выключателя SF1, убедиться в наличии питания по индикации положения выключателя.

3. Убедиться в наличии питания по индикации блока Sepam 40, дождаться полной загрузки устройства.

4. Привести персональный компьютер в рабочее состояние.

5. Подключить порт лицевой панели устройства Sepam при помощи кабеля COM-USB к USB-порту персонального компьютера.

6. Запустить приложение SFT2841, в окне программы (рис. 7.1) нажать кнопку 🕵

📕 SFT 2841			×
	💼 Русский	•	
SFT 2841, прогр. конфигурирован	аммное обеспечение д ия Sepam	19	
Вы хотите			
	Подсоединиться	< Sepam	
Серия 20 Приненние 20	Серия 40 Применение 40 и 50	Серия 60 Применение 60	Серия 80 Применение 80
	Beixog SF	T 2841	

Рисунок 7.1 - Окно «SFT2841»

7. Открыть вкладку «Конфигурация Sepam» (рис. 7.2). В данной работе используется расширительный модуль MES114, следует установить «галочку» напротив. Обозначить название блока, например, «Sepam 40». Модель блока выбрать «MD» (со встроенным дисплеем). В текстовом поле «Тип Sepam» указать тип – АПВ.

Конфигурация S	EPAM		Применить Отме
Тип применения	Подстанция S41	Модель Sepam С Модель МХ (без встри	ренного дисплея)
Тип Sepam	Sepam 20	• Модель MD (со встрое	енным дисплеем)
Дополнительные модули	а /выходов)	Режим синхронизации	От сети 💌
С MES108 ( мо. С MES114 (мор	дуль на 41 + 40) цуль на 101 + 40)		
🗖 MET148 (модуль на	8 темп. датчиков) номер 1	1	
🔲 MET148 (модуль на	8 темп. датчиков) номер 2		
🔲 MSA141 (Модуль ан	алогового выхода)	]	
🗖 DSM303 (Выносной	графический экран )		
	зи BS485)	1	

Рисунок 7.2 – Окно «Конфигурация Sepam»

8. Выбрать вкладку «Основные характеристики» (рис. 7.3). Установить в поле «Частота сети» частоту – 50 Гц. В поле «Выбор активной группы» выбрать – «Группа уставок А». «Телеуправление» установить – нет. В поле «Рабочий язык Sepam» выбрать – «Русский». В поле «Ввод/фидер» выбрать – «фидер».

В поле «Трансформаторы тока» установить следующие показатели:

- номинал тока TT 5 A;
- число трансформаторов тока I1, I2, I3;
- номинальный первичный ток 5 A;
- базовый ток 5 А.

Файл Правка Эксплуатация Sepam	Параметрирование Опции Окно	?	-
🗅 🧉 🗟 🎒 🖬 노 🎭 🛍 Fot	🏓 🏗 🕂 원 🛕 😽 🖂 🔛		
став Sepam Основные характеристики К	онтроль TT/TH   Логика управления   Паро	ль	
Основные характеристи	ки		Трименить Отме
Частота сети	Трансформаторы тока		Дискретность счетч
@ 50 Fu	Номинал. тока	TT 5A 💌	
С 60 Гц	Число тр-ров тока	11,13 💌	О.1
Выбор активной группы уставок	Номинальный первичный ток.	250 A ÷	
Этот выбор определяет активную группу для всех защит.	Базовый ток (lb)	250 A ÷	Реактивная энерги
Группа уставок А 💽	Период интеграции	5 💌 мин	0.1 кВар.ч
Телечправление	Ток Ю Не измеря	ется 💌	
€ Нет С Да	Номинал. (In0)	2 A .	
Рабочий язык Sepam	Трансформаторы напряжения		
Английский	Номинальное первичное напряжение	6 кв 🕂	
О Русский	Номинальное вторичное напряжение	100 💌 B	
Ввод/фидер О Ввод	Схема соединения ТН	U21,U32 💌	
🛈 Фидер	Измерение напряжения V0	Не измеряется 💌	
Happiqueure gavin Senam			

Рисунок 7.3 – Окно «Основные характеристики»

9. На иконке 🕒 панели инструментов расположены параметры уставок, на вкладке 50/51 ввести уставки:

• Активировать ступени, устанавливая «галочку» на пересечении строки «Ступень 1» и столбца «Вкл.».

• Активировать работу на отключение выключателя, устанавливая аналогичным образом символ в столбце «Отключ.». • В поле «Группа А» для первой ступени выбрать характеристику срабатывания: кривая отключения «Независимая», Ток уставки – «4 А», Выдержка – «0 с».

10.На вкладке 79 расположены уставки автоматики повторного включения (АПВ) (рис. 7.4).

- В поле «Состояние» выбрать «Введено».
- Число циклов АПВ установить равное одному.
- В поле «Выдержки»: «Время ожидания» 5 с, остальные выдержки оставить 10 с.

• В поле «Запуск цикла» установить на пересечении 50/51–1 и цикл 1 значение «С выдержкой времени».

• В матрице управления назначить выходное реле АПВ реле «ОЗ», установив «крестик» на пересечении 79 и «ОЗ».

२ 🗋 🗃	🗟 🖨 📘 📐 🗞 🗐 Fet 🌶	🖌 🏦 🕂 🖞 🥼		1		
50/51 50	N/51N 50BF 46 67N 32P	27/275 59	59N 47 8	1 79		
79:	АПВ				Применить	Отмена
	Состояние		- Запуск цикла АПВ -			
	С Введено			цикл 1	цикл 2,3,4	
	Buiegraup		50/51-1	ыдержкой врем	Не активен	
	- DDDCQC+R0		50/51-2	ыдержкой время	Не активен	
			50/51-3	ыдержкой времи	Не активен	
	Число циклов АПВ		50/51-4	Не активен	Не активен	
	<b>I</b>		50N/51N-1	Не активен	Не активен	
	т циклы		50N/51N-2	Не активен	Не активен	
			50N/51N-3	Не активен	Не активен	
			50N/51N-4	Не активен	Не активен	
	201. Georgeobar hagad, contrability	In the rorot		Не активен	Не активен	
	СДа			Не активен	Не активен	
	Her		V_TRIPCB	Не активен	Не активен	
	Bunanwu					
	Время ожидания	5 8 -	Бестоковая пауза	цикл 1	10 s -	
	Время безопасн. до готовтн.	10 s ÷	Бестоковая пауза	цикл 2	10 s ÷	
	Макс. доп. бестоковая пауза	10 8	Бестоковая пауза	цикл З	10 5	
		1.2 1 2 1	Бестоковая пачза	шикл 4	10 8	

Рисунок 7.4 – Окно «79 уставки автоматики повторного включения»

ПО ОКОНЧАНИИ ВВОДА УСТАВОК НАЖАТЬ КНОПКУ «ПРИМЕНИТЬ»!!! Только после нажатия кнопки происходит обмен данными с терминалом защит и информация об уставках вносится в память устройства.

11. Произвести проверку действия терминала на параметрируемые уставки защит. Для этого подключить устройство РЕТОМ-61 в соответствии со схемой подключения (рис.7.5).



#### Рисунок 7.5 – Схема подключения токовых и дискретных цепей РЕТОМ–61 к блоку Sepam 40

12. Запустить приложение «РЕТОМ.exe» от имени администратора (рис. 7.6).



Рисунок 7.6 - Окно «РЕТОМ-61»

13. Подать питание на РЕТОМ-61 кнопкой включения на лицевой панели устройства и ожидать загорания сигнального светодиода «Готовность», который сигнализирует о готовности прибора к началу работы.

14. Провести проверку в ручном режиме, для этого необходимо выбрать ярлык «Ручное управление».

В открывшемся окне программы (рис. 7.7) можно в ручном режиме подавать токи на проверяемое устройство.



Рисунок 7.7 - Окно «Ручное управление»

Контроль срабатывания устройства производится в поле «Входы дискретные» по изменению цифровых светодиодов с зеленых на красные. Необходимо обратить внимание на тип контакта (НО или НЗ), он должен соответствовать контакту в терминале.

• В поле «Ток» в выпадающем меню выбрать «Управление IABC».

• В поле «Амперметр» установить «Шаг» – 1 А.

• Включить программу, активируя красную кнопку в правой верхней части. О подключении к прибору программы будет свидетельствовать характерный звук срабатывания реле.

• Постепенными нажатиями на стрелку влево или вправо в поле «Амперметр» необходимо довести значение тока до значения параметрируемой уставки.

• При срабатывании реле производится щелчок РП-11 (отключается автоматический выключатель), на дисплейной панели отображается сообщение «МТЗ» и загорается светодиод L1, в окне проверки «Ручное управление» в поле дискретных сигналов цвет цифрового светодиода меняется с зеленого на красный.

• После срабатывания выключателя от защиты автоматика проверяет на устойчивость режим короткого замыкания при помощи заданной выдержки времени, по окончании которой подается сигнал на включение выключателя, и если замыкание самоустранилось, система продолжает нормальную работу.

• Перед отключением снизить ток в поле амперметра до нулевого значения и отключить PETOM-61 в окне программы, сквитировать сигнал о срабатывании на дисплейной панели или в программе SFT2841 в панели, обозначенной желтым треугольником, кноп-ками «сброс» и «очистить», вернуть силовой выключатель при помощи ключа управления SQ1 на лицевой панели стенда в рабочее положение.

• Клавишей «PRTSC» на клавиатуре необходимо скопировать результаты уставок проверки и окна результатов для отчета.

15. В окне программы SFT2841 перейти на вкладку «Запись осциллограмм» (рис. 7.8), выбрать из списка осциллограммы возникновения больших токов и нажатием на кнопку по стрелке выгрузить осциллограммы в папку с отчетом по работе.

🗐 SFT2841 - Sepam c	ерии 40 - [Окно подсое Эксплуатация — Sepam	динения] Параметрирова	ние Опции Окно	?		
	🖬 🗠 🎭 🕮 Fet	1232		-		
Запись ос Восстановление Даты доступны	циллограмм записанных осцилограна их записей			Выделите запи для их во	си и нажните здесь сстановления. ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	
— Запуск записи ос Запуск	циллограмм			Новая запись		
	🖲 Вкл.			Запуск SFT2826		
		0.00				

Рисунок 7.8 – Окно «Запись осциллограмм»

16. Открыть приложение FastView.exe, в меню программы выбрать пункт «Открыть» и выбрать сохраненные осциллограммы, результаты должны быть подобны приложенным изображениям (рис. 7.9). Данные осциллограммы проанализировать и приложить к отчету по лабораторной работе.



Рисунок 7.9 – Осциллограмма срабатывания устройства автоматического повторного включения

### Контрольные вопросы

- 1. Назначение АПВ.
- 2. Начертите функциональную схему работы АПВ Sepam 40.
- 3. Какие требования предъявляются к АПВ?
- 4. Особенности АПВ ЛЭП с двусторонним питанием.
- 5. Ускорение АПВ.
- 6. Разновидности устройств синхронизма при АПВ ЛЭП с двусторонним питанием.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 Параметрирование уставок защит в соответствии с заданной картой уставок

Задание: выполнить настройку блока Sepam 40 с вводом уставок для отходящей линии электропередач в соответствие с картой уставок. Удостовериться при помощи дисплейной панели в результативности ввода уставок. При помощи РЕТОМ–61 выполнить проверку работы защит, заполнив соответствующие протоколы результатов работы.

### Общие сведения

Микропроцессорный блок представляет собой комплексное устройство защиты, которое обеспечивает контроль за нормальным режимом работы оборудования в соответствии с заданными уставками. Процессом параметрирования блоков микропроцессорной релейной защиты называется установка необходимых параметров в соответствии с техническим документом, называемым «Карта уставок». Данный документ установленного образца содержит в себе информацию о всех необходимых параметрах, которые вносятся в работу блока. Документ изначально составляется организацией, разрабатывающей схему работы РЗиА, и в дальнейшем в процессе работы редактируется и поверяется службами РЗиА, обслуживающими данное оборудование. Карта уставок содержит в себе информацию об общей схеме организации сетей РЗиА на объекте, об оборудовании, устанавливаемом на объекте защит, о видах релейной защиты и уставках, обеспечивающих безопасную работу оборудования. В карте уставок указываются особенности работы средств автоматики и особенности работы логических устройств. Лабораторная работа рассматривает параметрирование защит на защищаемом присоединении. В данной работе рассмотрено параметрирование защит для отходящей линии, в соответствии с приведенной картой уставок.

Ход работы:

1. Проверить состояние защитного заземления стенда.

2. Подать питание на стенд при помощи автоматического выключателя SF1, убедиться в наличии питания по индикации положения выключателя.

3. Убедиться в наличии питания по индикации блока Sepam 40, дождаться полной загрузки устройства.

4. Привести персональный компьютер в рабочее состояние.

5. Подключить порт лицевой панели устройства Sepam при помощи кабеля COM-USB к USB-порту персонального компьютера.

6. Запустить приложение SFT2841, в окне программы нажать кнопку 🕵 (рис. 8.1).

Русский								
SFT 2841, программное обеспечение для								
конфигурирования Sepam								
Вы хотите								
Подсоединиться к Sepam								
Серия 20 Серия 40 Серия 60 Серия 80 Применение 20 Применение 40 и 50 Применение 60 Применение 80								
16 16 16 16								
Berring SFT 2841								

Рисунок 8.1 - Окно «SFT2841»

7. Открыть вкладку «Конфигурация Sepam» (рис. 8.2), на данной вкладке расположена информация по типу модели блока, устанавливаемых модулях. К блоку на обратной панели подключен расширительный модуль MES114, который необходимо активировать, установив «галочку» напротив него. Обозначить название блока, например, «Sepam Отходящая линия», в разделе «Модель» выбрать тип MD.

Конфигурация SEP	AM		Применить Отмен
Тип применения Tun Sepam	Подстанция S41 Sepam 20	Модель Sepam С Модель МХ (без встр С Модель МD (со встро	оенного дисплея) энным дисплеем)
Дополнительные модули МЕS (модуль входое /еын С MES108 (модуль н МЕТ148 (модуль на 8 тем МЕТ148 (модуль на 8 тем АСЕхах (Модуль сеязи RS	одое) а 41 + 40) а 101 + 40) а датчикое) номер 1 а датчикое) номер 2 авого выхода) ческий экран ) 485)	Режим синкронизации	От сети

### Рисунок 8.2 – Окно «Конфигурация Sepam»

- 8. На вкладке «Основные характеристики» выбрать следующие показатели (рис. 8.3):
- Частоту сети установить 50 Гц.
- Активную группу установить группа А.
- Телеуправление в данной работе отсутствует.
- Рабочий язык Sepam «русский».
- В разделе Ввод/фидер установить «фидер».
- В разделе «Трансформаторы тока»:
- о Номинал тока установить TT 5 А;
- о Число трансформаторов тока: I1, I3;

о Номинальный первичный ток выбрать в соответствии с первичным номинальным током TT: 5 A;

- о Базовый ток для упрощения пересчетов установить аналогично номинальному току 5 A;
  - о Период интеграции 5 мин;
  - $\circ$  Ток I0 выбрать 2 А.
  - В разделе «Трансформаторы напряжения»:
  - о Номинальное первичное напряжение установить 6 кВ;
  - о Номинальное вторичное напряжение 100 В;
  - о Схема соединения TH U21, U32;
  - о Измерение напряжения V0 «Не измеряется».
  - Раздел «Дискретность счетчиков» оставить с исходными параметрами.

Файл Правка Эксплуатация Sepam	Параметрирование Опции Окно	?	-		
🗅 🗃 🗐 🎒 🖬 노 🗫 🛍 Fot	🏓 🕮 🕂 👻 🔔 😽 🛁 🕨				
тав Sepam Основные характеристики	Контроль TT/TH   Логика управления   Парс	аль			
Основные характеристи	1КИ	П	рименить Отмена		
Частота сети	Трансформаторы тока		Дискретность счетчика		
© 50 Cu	Номинал. тока	TT 5A 💌			
С 60 Гц	Число тр-ров тока	11,13 💌	Активная энергия		
Выбор активной группы уставок	Номинальный первичный ток	250 A ÷			
Этот выбор определяет активную группу для всех защит.	Базовый ток (lb)	250 A ÷	Реактивная энергия		
Группа уставок А 🔹	Период интеграции	5 💌 мин	0.1 кВар.ч		
Телеуправление	Ток Ю Не измеря	тется 💌			
• Нет	Havena a fire	2 A -			
С Да	поминал. (по)				
Рабочий язык Sepam	Трансформаторы напряжения				
Английский	Номинальное первичное напряжение	6 кв 🕂			
С Русский	Номинальное втопичное напояжение	100 V B			
Ввод/фидер					
С Ввод	Схема соединения ТН	U21,U32 <u>•</u>			
🕫 Фидер	Измерение напряжения V0	Не измеряется 💌			
Назначение ламп Sepam					

Рисунок 8.3 – Окно «Основные характеристики»

9. На вкладке «Контроль ТТ/ТН» (рис. 8.4):

• В разделе «Контроль TT» установить «галочку», активируя его выдержку времени увеличиваем до 500 мс.

• Поведение 46/51N/32P/32Q переключить в режим блокировки, чтобы исключить ложные срабатывания защит вследствие нарушения цепей оперативного тока.

• В разделе «Контроль трансформатора напряжения» активировать функцию защит.

• Установить контроль при частичной потере – в положение «нет», при полной потере – в положение «да».

- Тест тока установить в положение «да».
- Выдержку времени при полной потере установить 10 с.
- Поведение всех реле при отсутствии напряжения перевести в режим блокировки.

📕 <u>Ф</u> айл <u>П</u> равка Эксплуатация <u>S</u> epam	<u>П</u> араметрирование <u>О</u> пции	Ок <u>н</u> о <u>?</u>	_ 8 ×								
🕶 🗅 🗃 🖃 🎒 🖬 🏷 🏍 🛍 Fot 🍃	🖌 🏗 🕂 원 🚺 🔶 🔫										
Состав Sepam Основные характеристики Кон	Состав Sepam   Основные характеристики Контроль ТТ/ТН   Логика управления   Пароль										
Контроль ТТ/ТН	Контроль ТТ/ТН Закрыть доп. параметры Применять Отмена										
Контроль трансформаторов тока	Контроль трансформатора н	апряжения									
Вкл.	Вкл. 🔽										
Выдержка времени 150 мс -	Частич. потеря (12, V2) С Нет Ф Да	Выдержка врем. (12, V2)	Уставка I2 Уставка V2 5 %In 10 %Vn								
Поведение для 46/51N/32P/32Q Ф. Нет действия Ф. Блокировка	Полная потеря (3V/2U) С Нет С Да	Выдерж.врем.(3V/2U)	Тест тока С Нет С Да								
	Поведение для 27/27D/32 © Нет действия © Блокировка	P/32Q/47/59/59N/51V									
	Поведение для 67 <ul> <li>Нет направлен.</li> <li>Блокировка</li> </ul>		едение для 67N Нет направлен. Блокировка								
С Подсоединен Подстанция S41 S	epam 20	В работе Те	пеуправление р 14/05/2018 16:26:25								

Рисунок 8.4 – Окно «Контроль ТТ/ТН»

10. На вкладке «Логика управления» (рис. 8.5) активировать контроль выключателя, тем самым блок начинает контролировать РПО и РПВ, подключенные на выходы II1 и II2, реле O1 отвечает за отключение выключателя. Активировать реле «O3» и «O12». Логическая селективность переводится в положение «Нет».

⊉айл !	<u>П</u> равка З	ксплуатация	<u>Sepam</u>	раметриро	вание <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о	2			-
D 🖻		<b>⊒</b> ⊵ ≫	🖽 Fct 🎾	고 뉴 영	. 🛆 😽 🔫 🖻				
тав Sep	am   Основ	ные характер	истики   Контр	оль ТТ/ТН	Логика управления Паро	ль			
Логи	ка упр	авлени	я				Пр	именить	Отмена
Контрол	ь выключа	еля							
СН	ет			[] [] r					
ΘД	а				андартное применение				
Логичес	кая селект	ивность		Назн	ачение логических входов-				1
•н	ет				Логический вход		Инвер.	Удер.	
ОД	a			11	Выключатель отключ	вн			
_				112	Выключатель включе	н			
Параме	грирование	выходных ре	ле	13	Не используется	-			
	Испол.	Контакт	Имп.	114	Не используется	-			
01	Дa	HO		121	Не используется	-			
02	Дa	H3		122	Не используется	-	1		
03	Дa	HO		123	Не используется	-			
04	Дa	H3		124	Не используется	-			
011	Дa	HO	_	125	Не используется	-	l		
012	Дa	HO		126	Не используется	-	1		
013	Дa	HO							
	Дa	HO							
014									

Рисунок 8.5 – Окно «Логика управления»

11. Перейти в раздел уставок защит. Для отходящей линии электропередач не кольцевого типа с контролем нулевой последовательности следует параметрировать следующие виды защит:

• 50/51 Максимальная токовая в фазах (рис. 8.6).

Установить первые две ступени защиты, одна из которых будет осуществлять работу МТЗ, а вторая – МТО.

Установить «галочки» под столбцом «Вкл.» для первой и второй ступени и «Отключ.» для действия на отключение силового включателя.

В разделе «Группа А» установить независимую кривую отключения для первых двух ступеней, ток уставки установить 4 А и 0,05 с для первой ступени и 2 А и 1 с для второй.

В разделе «Поведение при отключении» установить «крестики» на пересечении столбца «L1» и «O12» и Ступеней 1, 2 и установить наличие осциллографирования для них.

🔄 SFT2841 - Sepam серии 40 - [Охно подсоединения]								
📕 👲 айл 🔲 равка Эксп	луатация <u>S</u> epam <u>П</u> араметр	рирование Опции Окно ?						
🖘 🗅 🗳 🖬 🎒 🖬	N 🎭 🕮 Fot 🎤 🏦 🕁	ት 😢 🔥 😽 🚽 🖻						
50/51 50N/51N 50BF	46   67N   32P   27/27S	s 59 59N 47 81 79						
50/51 : Макси	<b>мальная токовая в</b> Вкл. Судерж.	а фазах Открыть доп. параметры Применить Отмена Отключ						
Ступень 1								
Ступень 2		<b>v</b>						
Ступень 3								
Ступень 4								
Группа А (Актив. группа) С Сорола В Поведение при отключени	Кривая отключения	Tor. gcraexa     Bagegmaa       4     A     0     Mc       3     A     -     4     C       1     A     -     6     C       120     A     +     100     Mc     +       120     A     +     100     Mc     +						
01 02 Ступень 1 Ступень 2 Ступень 3 Ступень 4	03 04 011 012 013 014 L1 X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	1         L2         L3         L4         L5         L6         L7         L8         L9         Coodiu, на англ.         Coodiu, на русск.         Dcu,           <         PIASI FAULT         H18         X         X         X            M17.2         M13.2         X         X           M17.3         M17.3         X         X            PHASI FAULT         H18         X						
🜻 🖸 Подсоединен По	одстанция S41 Sepam 222	Установка пара Телеуправление р 18/06/2018 18:35:59						

Рисунок 8.6 – Окно «50/51 Максимальной токовой защиты в фазах»

• 50N/51N Максимальная токовая на землю (рис. 8.7).

Установить первые две ступени защиты, одна из которых будет осуществлять земляную защиту, контролируя ток в ТТНП, а вторая – несимметрию при помощи суммарного ток трех последовательностей.

Установить «галочки» под столбцом «Вкл.» для первой и второй ступени.

В разделе «Группа А» установить независимую кривую отключения для первых двух ступеней, ток уставки установить 1 А и 3 с для первой ступени и 1 А и 3 с для второй.

В разделе поведения при отключении установить «крестики» на пересечении «L3» и «О3» и Ступеней 1, 2 и установить наличие осциллографирования для них.

Файл Правка	Эксплуатация	<u>S</u> epam <u>N</u> apa	метрирование	<u>Опции Окно ?</u>	_
। 🗅 🗃 🗐 🎒	🖬 🔽 🐎 f	🗓 Fet 🎤 🖞	े 🕂 👻 🚹 🖣		
50/51 50N/51N 5	50BF   46   63	'N   32P   27	7/27S   59   59	N 47 81 79	
CONVERNIE					
SUN/STIN: I	Паксималь	ная токо	вая на зем	Истистрино ток в Ю	ры Применить Отмена
	BKJL	с уцерж.		измерение токато	
Ступень 1	<b>V</b>	_	-	вход ю	
Ступень 2	<b>₩</b>			сумма 31	
Ступень 3				сумма 31 💌	
Ступень 4				сумма 31 💽	
Группа А (Активн.)	Кривая ав	ар. отключения	Ток. уставка	Выдержка	
	1 Независи	мая		÷1 c÷	
	2 Независи	мая	▼ 1 A	÷1 c ÷	
	3 Независи	мая	▼ 75 A	÷ 100 мс÷	
	4 Независи	мая	▼ 75 A	÷ 100 мс÷	
Группа В	1				
	2 Пезависи	ман			
	2 Независи	Mah			
	• Независи	мая	▼ 1/5 A		
	4   пезависи	мая			
Поведение при откл	ючении				
01	02 03 04 01	012 013 01	4 L1 L2 L3 L4	L5 L6 L7 L8 L9 Сообщ. на ан	гл. Сообщ. на русск. Осц. Воти на эсти — У
Ступень 2		<u> </u>	X	FARTH FAUL	Sam, na sen. X
Ступень 3			الأراب الأراد	EARTH FAULT	Зам. на зем. 🛛 🗙
0 1					Зам на зем 🛛 🗙

Рисунок 8.7 – Окно «50/51N уставки максимальной токовой защиты на землю»

• 50 BF УРОВ (рис. 8.8).

Для первой ступени отметить «галочкой» «Вкл.». Уставка по току задается 2 А, выдержка времени 5 с.

Сигнал о срабатывании установить на светодиод L5 и активировать осциллограммы.

🔄 SFT2841 - Sepam серии 40 - [Окно подсое	динения]		
<u> <u> </u> </u>	і <u>П</u> араметрирование <u>О</u> пции Ок <u>н</u>	o <u>?</u>	_ 8 ×
🔹 🗅 📽 🖬 🎒 🖬 📐 🗞 🛍 Fot	🎤 🏗 🕂 👻 🚹 😽 🚄 🄛		
50/51 50N/51N 50BF 46 67N 3	32P 27/27S 59 59N 47	81   79	*
50BF : YPOB		Применить	Отмена
Вкл. Суд Ступень1 Г⊽ Г	ерж. Уставк. Т []	Исп. в з по току Is Выдержка времени вы А <u>-</u> 3 с <u>-</u>	жл. положение ыключателя
Поведение при отключении 01 02 03 04 011 012 Ступень 1 X	013 014 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8	L9 Сообщ. на англ. Сообщ. на русск. BREAKER FAILURE VPOB	Е . Осц. . Х.
<			F
🜻 🕻 Подсоединен Подстанция S41	Sepam 222	Установка пара Телеуправление р 18/06/2	2018 18:41:34 //

Рисунок 8.8 – Окно «50BF уставки устройства резервирования отказа выключателя»

• 79: Автоматическое повторное включение (рис. 8.9).

SFT2841 - Sepam серии 40 - [Окно подсоединения]		Ŀ	
📕 Файл Правка Эксплуатация Sepam Параметрирования	е <u>О</u> пции Ок <u>н</u> о <u>?</u>		_ 8 ×
🕶 🗅 🚔 🖶 📾 🖬 🕟 🎭 🕮 Eet 🎤 🕆 🛠 🔥	₩ 4 2		
	50N   47   01   70		•
00/01 000/01N 008F 46 6/N 32P 2//2/S 09	59N 47 81 79		- n
79 : AIIB		Применить	Отмена
Состояние	Запуск цикла АПВ		
С Введено	цикл 1	цикл 2,3,4	
• Выведено	50/51-1 ыдержкой врем	Не активен	
	50/51-2 ыдержкой врем	Не активен	
	50/51-3 ыдержкой врем	Не активен	
Число циклов АПВ	50/51-4 Не активен	Не активен	
I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	50N/51N-1 Не активен	Не активен	
т циклы	50N/51N-2 Не активен	Не активен	
	50N/51N-3 Не активен	Не активен	E
<ul> <li>Поп, бестоковая паиза, если выключ, не готов.</li> </ul>	50N/51N-4 Не активен	Не активен	
	Не активен	Не активен	
СДа	Не активен	Не активен	
Her	V_TRIPCB He активен	Не активен	
Выдержки			
Время ожидания 5 s 🐳	Бестоковая пауза цикл 1	10 s 📩	
Время безопасн. до готовтн. 10 s 📫	Бестоковая пауза цикл 2	10 s 🕂	
Макс. доп. бестоковая пауза	Бестоковая пауза цикл 3	10 s ÷	
	Бестоковая пауза цикл 4	10 s 🕂	
		_	-
		100000	,
💼 🕻 Подсоединен Подстанция S41 Sepam 222	Установка пара Тел	еуправление р 18/06/20	18 18:38:17 //

Рисунок 8.9 – Окно «79 уставки автоматики повторного включения»

12. На вкладке «Настройка осциллографированияотметить «галочкой» «Вкл.» (рис. 8.10).

SFT2841 - Sepam серии 40 - [Окно подсоединения]	
📓 Файл Правка Эксплуатация <u>S</u> epam Параметрирование <u>О</u> пции Ок <u>но</u>	_ 8 ×
🞫 🗅 🐸 🖬 🚭 🖿 노 So 🛍 Fet 🧨 🏦 🕂 원 🛕 😽 🔫 🚄 🕨	
Запись осциллограмм	
Восстановление записанных осцилограмм	
18/06/18 18:40:18:041 Выделите записи и нажните здесь для их восстановления.	
Даты доступных записей 🗸 🗸 🗸	
- Записк записи оснивоограмм	
Новая запись	
(® Bkn. 3anyck SFT2826	
🛊 С Подсоединен Подстанция S41 Sepam 222 Установка пара Телеуправление р 1	8/06/2018 18:42:51

Рисунок 8.10 - Окно «Запись осциллограмм»

13. По окончании изменения каждого параметра на каждой панели инструментов или вкладке необходимо нажимать кнопку «Применить», после чего запускается механизм синхронизации и параметры сохраняются в память устройства.

14. При помощи лицевой панели устройства Sepam зайти в уставки и удостовериться в применении установленных значений.

15. Подключить к параметрируемому блоку устройство РЕТОМ-61 в соответствии с задачей определения уставок той или иной защиты, ориентируясь на схемы предыдущих лабораторных работ.

16. Проверить работу защит в ручном и автоматическом режимах.

17. Составить отчет по лабораторной работе, в который включить уставки защит, внесенных в Sepam 40 при помощи программы SFT2841, результаты проверки блока при помощи PETOM-61 в ручном и автоматическом режимах, осциллограммы проверок с блока Sepam с анализом получившихся результатов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Электроснабжение» направления подготовки «Электроэнергетика». 6-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2008. 639 с.

2. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: Учебное пособие для вузов / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. 2-е изд., стер. М.: Издательский дом МЭИ, 2010. 336 с.: ил.

3. Мальгин Г.В., Малышева Н.Н. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: Лабораторный практикум. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2018. 138 с.

4. Правила устройств электроустановок. М.: Кнорус, 2015. 488 с.

5. Руководство по эксплуатации Sepam серии 40. Schneider Electric, 2008. 267 с.

6. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем: Учебное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1998. 800 с.

### Приложение А – Протокол проверки реле тока первой ступени

Протокол проверки реле тока

#### Уставки

Ступень	Icp, A	Ів, А	Кв	Тср, с	Тв, с	ЪΙ, %	<b>ЂК, %</b>	<b>БТ, %; с</b>
Ι	4,0	3,8	0,95	0,05	0,033	5,0	5,0	10,0

#### Условия проверки

Ступень	Проверки	Вид КЗ	Імин_Іср, А	Імакс_Іср, А	ЪI, А	Імин_Тср,А	Імакс_Тср,А	Nугловвкл	Ткз_ІсрТср, с	N пусков
Ι	Іср;Ів;Кв;Тср;Тв	AN	3,8	4,8	0,05	0,0	4,1	1,0	0,156	1

#### Результаты испытаний

Ступень	Вид КЗ	Параметр	Уставка	Замер	Погрешность,%	Результат
1	AN	Icp,A; N=1	4,000	~4,0500 1,25%	1,251,25	Ok
1	AN	IB,A; N=1	3,800	~3,7900 -0,26%	-0,260,26	Ok
1	AN	Кв; N=1	0,950	~0,9358 -1,49%	-1,491,49	Ok
1	AN	Tep,e; N=1	0,050	~0,0540 8,00%	8,008,00	Ok
1	AN	Тв,с; N=1	0,033	~0,0321 -2,73%	-2,732,73	Ok

Предприятие - ..... НВГУ Пользователь - ..... Подстанция - .....Стенд Присоединение - ....Sepam42s Защита - ..........МТЗ Имя протокола - ....C:\Users\user\Desktop\MT3\MT3 Sepam42s.releI Время испытания - ...9.6.2018; 15:29:35 Время печати - ....11.6.2018; 12:39:6

# Приложение Б – Протокол проверки реле тока второй ступени

Протокол проверки реле тока

Уставки

Ступень	Icp, A	Ів, А	Кв	Tcp, c	Тв, с	БІ, %	<b>ЂК, %</b>	БТ, %; с
Ι	3,0	2,85	0,95	1,0	0,033	5,0	5,0	10,0
II	3,0	2,85	0,95	1,0	0,031	5,0	5,0	5,0

#### Условия проверки

Ступень	Проверки	Вид КЗ	Імин_Іср, А	Імакс_Іср, А	ЪI, A	Імин_Тср,А	Імакс_Тср,А	<b>Nуглов вкл</b>	Ткз_ІсрТср, с	N пусков
I	Іср;Ів;Кв;Тср;Тв	AN	2,0	4,0	0,1	2,0	3,5	1,0	0,16	1
II	Іср;Ів;Кв;Тср;Тв	AN	2,8	3,6	0,1	2,5	3,9	1,0	3,7	1

#### Результаты испытаний

Ступень	Вид КЗ	Параметр	Уставка	Замер	Погрешность,%	Результат
2	AN	Icp,A; N=1	3,000	~3,0000 0,00%	0,000,00	Ok
2	AN	IB,A; N=1	2,850	~2,8050 -1,58%	-1,581,58	Ok
2	AN	Кв; N=1	0,950	~0,9350 -1,58%	-1,581,58	Ok
2	AN	Tcp,c; N=1	1,000	~0,9969 -0,31%	-0,310,31	Ok
2	AN	Тв,с; N=1	0,031	~0,0310 -0,00%	-0,000,00	Ok

Предприятие - .....НВГУ Пользователь - ..... Подстанция - ....Стенд Присоединение - ....Sepam42s Защита - ......МТЗ Имя протокола - ....C:\Users\user\Desktop\MT3\MT3 Sepam42s.releI Время испытания - ...9.6.2018; 15:29:35 Время печати - ....11.6.2018; 13:4:10

# Приложение В – Протокол проверки реле минимального напряжения

Виды проверок	Уставки и заданные значения	Результат	Погрешность
U cp	90,00	$88,000 \pm 0,000$	2,222 %
U вз	100,00	$96,000 \pm 0,000$	4,000
Квз	1,10	$1,091 \pm 0,000$	0,818
Т ср	2,000 c	$1,011 \pm 0,000$ c	49,440 %
Твз	0,030 c	$0,030 \pm 0,000$ c	0,667 %

Протокол проверки реле напряжения: Реле напряжения

# Приложение Г – Протокол проверки реле повышенного напряжения

Виды проверок	Уставки и заданные значения	Результат	Погрешность
U cp	105,00	$110,250 \pm 0,000$	5,000 %
U вз	100,00	$102,000 \pm 0,000$	2,000
Квз	0,90	$0,925 \pm 0,000$	2,778
Т ср	2,000 c	$1,017 \pm 0,000$ c	49,150 %
Твз	0,030 c	$0,038 \pm 0,000$ c	26,000 %

### Протокол проверки реле напряжения: Реле напряжения

# Приложение Д – Протокол проверки реле частоты

Оперативное напряжение Uab:				Испытательное напряжение Uc:				№ контакта: 1 Тип:	
~100 B				100 B			НО		
Вид проверки	Уставка	Начальная частота, Гц	Шаг по частоте Гц	Конечная частота, Гц	Время ожидания, с	Резу про	ультат верки	Погрешность, %	
Fcp	45,0 Гц	50,0	1,0	44,0	2,0	45,0±0,0 Гц		0,0	
Fвз	50,0 Гц	44,0	1,0	50,0	2,0	46,	0±0,0 Гц	8,0	

Протокол проверки реле частоты: Sepam

## оглавление

ВВЕДЕНИЕ
СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЅЕРАМ 404
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Знакомство с принципами работы стенда и программным обеспечением
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. «Максимальная токовая защита»21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Защита минимального и максимального напряжения
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Токовая защита замыкания на землю
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Защита от повышения и понижения частоты
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Устройство резервирования отказа выключателя
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Автоматическое повторное включение
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. Параметрирование уставок защит в соответствии с заданной картой уставок
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК
Приложение А – Протокол проверки реле тока первой ступени
Приложение Б – Протокол проверки реле тока второй ступени
Приложение В – Протокол проверки реле минимального напряжения
Приложение Г – Протокол проверки реле повышенного напряжения
Приложение Д – Протокол проверки реле частоты

Учебное издание

Надежда Николаевна Малышева

# МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕЙНЫЕ ЗАЩИТЫ

# Часть 1

Учебное пособие

Редактор *Т.А.Фридман* Технический редактор *Т.А.Фридман* 

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 29.04.2019 Формат 60×84/8. Бумага для множительных аппаратов Гарнитура Times. Усл. печ. листов 11,9 Тираж 300 экз. Заказ 2075

Электронная версия

Отдел издательской политики и обеспечения публикационной деятельности 628615, Тюменская область, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, 11 Тел./факс: (3466) 43-75-73, e-mail: izdatelstvo@nggu.ru