

**Научно-производственная фирма «Радиус»**

**Комплектные испытательные  
устройства**

**«Сатурн-М»  
«Сатурн-М1»**

**Руководство по эксплуатации**

**4222-006-17326295-96 РЭ**



Москва

## СОДЕРЖАНИЕ

Раздел	Стр.
1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	3
3. ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ФУНКЦИИ	4
4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
5. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ	6
6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ	7
7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	11
8. ПОРЯДОК РАБОТЫ	11
9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УСТРОЙСТВ	16
10. ОБСЛУЖИВАНИЕ	19
11. ПОВЕРКА	19
12. МАРКИРОВАНИЕ, ПЛОМБИРОВАНИЕ, УПАКОВКА	19
13. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ	20
14. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	20
15. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	21
РИСУНКИ	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	32
Перечень неисправностей устройства «Сатурн-М», выявляемых автоматически при включении питания	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	33
Увеличение диапазона измерения с помощью внешнего трансформатора тока. Проверка полупроводниковых и электромагнитных расцепителей	
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	36
Методика поверки комплектных испытательных устройств «Сатурн-М» и «Сатурн-М1»	

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с устройством, принципом действия, техническими характеристиками и правилами эксплуатации комплектных испытательных устройств «Сатурн-М», «Сатурн-М1».

**НЕ ПРИСТУПАЙТЕ К РАБОТЕ, НЕ ОЗНАКОМИВШИСЬ С  
НАСТОЯЩИМ РУКОВОДСТВОМ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ!**

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

*Категорически запрещается применять изделие «Сатурн-М1» в одноблочном варианте или «Сатурн-М» при прямом включении в сеть 220—380 В, если ток полного короткого замыкания сети превышает 2000—3000 А.*

Это связано с тем, что при действующем значении тока 2—3 кА и малом угле открытия тиристоров мгновенное значение импульса тока может в несколько раз превысить действующее. Большой пиковый ток может привести к пробоем силовых тиристоров или резкому сокращению срока их службы.

Сокращения, используемые в тексте, структурных и принципиальных схемах:

АЦП — аналого-цифровой преобразователь;  
МХ — мультиплексор;  
МП — микропроцессор;  
ОЗУ — оперативное запоминающее устройство;  
ПЗУ — постоянное запоминающее устройство;  
ПТ — программируемый таймер;  
ПИ — программируемый интерфейс;  
БИС — большая интегральная схема;  
АВ — автоматический выключатель;  
ТТ — трансформатор тока;  
НТ — нагрузочный трансформатор;  
РЗА — релейная защита и автоматика.

## 2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

### 2.1 Назначение

Комплектные испытательные устройства «Сатурн-М», «Сатурн-М1» предназначены для проверки и настройки уставок и времени срабатывания и отпускания простых устройств защиты по току, применяемых в системе релейной защиты и автоматике распределительных сетей, агрегатов, генераторов и двигателей напряжением 0,4 и 6—35 кВ на местах их установки путем задания

тока через проверяемый аппарат и измерения его действующего значения и времени срабатывания аппарата.

Устройство имеет два исполнения: одноблочное устройство «Сатурн-М» и двухблочное «Сатурн-М1», состоящее из базового блока, аналогичного «Сатурну-М», и силового блока, соединяемых при работе кабелем.

### Область применения

Проверка и настройка автоматических выключателей с тепловыми и электромагнитными расцепителями присоединений 220—380 В частоты 50 Гц, а также проверка характеристик средств релейной защиты присоединений 6—35 кВ и оценка тока короткого замыкания (КЗ) цепи фаза—нуль присоединений 380 В и тока КЗ на шинах 380 В.

По условиям эксплуатации устройства должны удовлетворять требованиям к группе 3 по ГОСТ 22261-94 с расширенным температурным диапазоном рабочих температур от минус 10 до плюс 45°С, атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа и относительной влажности до 98 % при температуре 25°С.

## 3 ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ФУНКЦИИ

3.1 Проверка характеристик подключенных непосредственно к электросети автоматических выключателей без нагрузочного трансформатора путем создания искусственного замыкания за местом установки проверяемого аппарата с плавным регулированием значения тока тиристорами с измерением его эффективного значения и времени отключения аппарата.

3.2 Проверка характеристик автоматических выключателей совместно с нагрузочным трансформатором, при этом оно используется для регулирования первичного тока, измерения эффективного значения вторичного тока и времени отключения проверяемого аппарата.

3.3 Проверка средств РЗА присоединений 6—35 кВ вторичным током совместно с нагрузочным трансформатором, при этом оно используется для регулирования первичного тока трансформатора, измерения эффективного значения вторичного тока, установки заданной длительности протекания тока и измерения времени срабатывания защиты.

3.4 Проверка характеристик релейной защиты электрических присоединений 6—35 кВ первичным током без нагрузочного трансформатора от сети 380/220 В при значениях тока до 2000 А (до 12000 А с силовым блоком устройства «Сатурн-М1») и с нагрузочным трансформатором при значениях тока до 12000 А.

3.5 Оценка тока короткого замыкания (КЗ) цепи фаза-нуль или фаза—фаза присоединений 380 В для выбора характеристик релейной защиты, плавких вставок и автоматических выключателей.

3.6 Тиристорный регулятор мощности.

3.7 Автоматическая проверка собственной исправности при включении питания.

## 4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### Нормальные условия применения

- температура окружающего воздуха: плюс  $20 \pm 5$  °С
- относительная влажность воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа (от 650 до 800 мм. рт. ст.)
- напряжение питающей сети  $220 \pm 11$  В переменного тока;
- частота питающей сети  $50 \pm 0,5$  Гц.

### Диапазоны регулировки и измерений силы переменного тока

— с встроенным трансформатором тока, А	0,4÷5 2÷25 20÷250 200÷2500
— с внешним трансформатором тока, кА	0,1...99,99

### Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы тока

с встроенным трансформатором тока и времени измерения не менее 0,02 с, %	$\pm(8 + 1 \text{ ед.мл.разр.})$
Диапазон задания и измерения длительности протекания тока и времени срабатывания, с	0,01...99,99
Относительная погрешность измерения силы тока с внешним трансформатором тока и времени измерения не менее 0,02 с, %	сумма погрешн. устройства и внешн. трансформ. тока
Абсолютная погрешность измерения времени отключения аппарата и установки заданной длительности тока при частоте 50 Гц, с	$(0,01 \cdot T_{\text{изм}} + 0,01)$

### Наибольшие допускаемые изменения погрешности измерений вызванные отклонениями температуры от нормального значения на каждые 10° С

— тока, %	$\pm 0,5$
— времени, %	$\pm 0,1$

### Диапазон регулирования тока:

— «Сатурн-М», базовый блок «Сатурн-М1» в схеме без нагрузочного трансформатора, А	10...2000
— «Сатурн-М1» с силовым блоком	30...12000
— первичного тока в схеме с нагрузочным трансформатором, А	0,5...300

### Допустимая длительность протекания тока в схеме без нагрузочного трансформатора, с:

для «Сатурна-М», базового блока «Сатурн-М1»:	
— при токе 100 А	100
— при токе 200 А	20
— при токе 300 А	12
— при токе 500 А	5

— при токе 1000 А	1
— при токе 1500 А	0,3
— при токе 2500 А	0,06
для силового блока «Сатурн-М1»:	
— при токе 300 А	100
— при токе 400 А	50
— при токе 500 А	40
— при токе 800 А	20
— при токе 1000 А	10
— при токе 1500 А	5
— при токе 2000 А	3
— при токе 5000 А	0,4
— при токе 8000 А	0,15
— при токе 12000 А	0,06
Диапазон регулирования угла открытия тиристорov, %	1...100
Диапазон задания роста угла открытия тиристорov, %	1...10
Напряжение питания, В / Гц	187÷242 / 50±1
Потребляемая мощность, Вт	40
Время установления рабочего режима не более, минут	10
Продолжительность непрерывной работы без нагрузки, часов	8
Габаритные размеры базового и силового блоков, мм	400×235×230
Масса базового блока «Сатурн-М1», «Сатурн-М», кг	13
Масса силового блока «Сатурн-М1»	13
Наработка на отказ, ч	10000
Средний срок службы с заменой комплектующих изделий, лет	10
Электрическая прочность изоляции 50 Гц/ 60 с, В	2000
Электрическое сопротивление изоляции между изолированными цепями и корпусом в рабочих условиях не менее, МОм	20

## 5 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки изделия «Сатурн-М» входят:

- Устройство «Сатурн-М» 1 шт.
- Перемычка клемная 1 шт.
- Вставка плавкая ВП1-1-1А 2 шт.
- Руководство по эксплуатации 1 шт.

В комплект поставки изделия «Сатурн-М1» входят:

- Базовый блок «Сатурн-М1» 1 шт.
- Силовой блок 1 шт.
- Разъем-заглушка 1 шт.
- Перемычка клемная 1 шт.
- Вставка плавкая ВП1-1-1А 2 шт.
- Руководство по эксплуатации 1 шт.

Дополнительный комплект для проверки полупроводниковых и электромагнитных расцепителей автоматических выключателей

- |   |       |
|---|-------|
| - *Нагрузочный трансформатор НТ-12      | 1 шт. |
| - *Согласующий резистор СР-1            | 1 шт. |
| - *Устройство регулирования             | 1 шт. |
| - *Измерительный датчик тока ТМ-0,66Р-5 | 1 шт. |

\* – поставляется по согласованию с заказчиком.

## 6 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

### 6.1 Конструкция

«Сатурн-М», «Сатурн-М1» представляют собой переносные испытательные устройства.

«Сатурн-М» выполнено в одноблочном варианте. Размещено в металлическом корпусе со съемной крышкой, под которой расположены входные клеммы, клавиатура, индикаторы, тумблеры и другие органы управления.

Устройство «Сатурн-М1» выполнено в виде двух блоков: базового и силового, размещенных в двух одинаковых металлических корпусах. Базовый блок изделия «Сатурн-М1» полностью идентичен устройству «Сатурн-М» и также имеет разъем для подключения силового блока. При автономном использовании в гнездо разъема должна быть вставлена заглушка. При работе блоки соединяются между собой кабелем длиной около 2 м.

### 6.2 Основные функциональные узлы и их работа

Базовый блок (устройство «Сатурн-М») состоит из шести функциональных узлов (рис.1):

- силовой части;
- микропроцессорного контроллера;
- аналоговой части;
- платы индикации и управления;
- блока питания;
- платы термозащиты.

#### 6.2.1 В состав силовой части входят:

- два встречно-параллельно включенных силовых тиристора VD1, VD2;
- трансформатор тока ТА с двумя первичными обмотками 1 и 2 и одной вторичной обмоткой 3;
- трансформатор выделения нуля фазы входного напряжения TL1 с индикаторным светодиодом VH;
- импульсный трансформатор для включения тириستоров TL2.

Клеммы тиристоров 1—2 и первичных обмоток трансформатора тока TL2 3—4 и 5—6 выведены отдельно для подключения их в разные цепи при использовании устройства в разных схемах.

6.2.2 Микропроцессорный контроллер выполнен на базе микропроцессора K1821BM85 и комплекта БИС серии KP580. Контроллер содержит цифровую часть в составе:

- микропроцессора МП;
- постоянного запоминающего устройства ПЗУ;
- оперативного запоминающего устройства ОЗУ;
- двух программируемых таймеров ПТ1 и ПТ2;
- двух параллельных интерфейсов ПИ1 и ПИ2;

#### 6.2.3 Аналоговая часть содержит:

- детектор перехода фазы напряжения через нуль ДПФ;
- формирователь импульсов на открытие тиристоров ФИ;
- аналоговый мультиплексор переключения пределов измерения тока МХ;
- масштабный усилитель МУ;
- двухполупериодный выпрямитель ДВ;
- аналого-цифровой преобразователь АЦП.

6.2.4 Плата индикации и управления содержит клавиатуру КЛВ с кнопками и светодиоды индикации СД. Дешифраторы знакогенераторов ДЗ и семисегментные цифровые индикаторы ЦИ установлены на плате контроллера.

6.2.5 Блок питания содержит понижающий трансформатор ТЛ, подключаемый к электросети через тумблер SA и предохранители F1 и F2, выпрямители U и стабилизаторы VS. Блок питания обеспечивает устройство стабилизированным напряжением +15 В (0,2 А), -15 В (0,1 А) и +5 В (1,2 А).

6.2.6 Плата термозащиты представляет собой схему с двумя термодатчиками, закрепленными непосредственно на тиристорах, вырабатывающую блокировочный сигнал при достижении температуры корпуса тиристора 100 °С. Датчики установлены на каждом из тиристоров как в базовом блоке, так и силовом блоке. При срабатывании схемы термодатчика происходит имитация сигнала "Стоп", приводящая к блокировке открытия тиристоров и включению светодиода "Стоп".

### 6.3 Силовой блок «Сатурн-М1»

Силовой блок (рис.4) содержит два мощных тиристора VD1 и VD2 на ток до 1000 А на радиаторах, импульсный трансформатор ТЛ для их открытия, клеммы внешнего останова, клеммы для подключения внешнего трансформатора тока и узел тепловой защиты тиристоров. Все узлы и клеммы силового блока полностью аналогичны размещенным в базовом блоке, за исключением более мощных тиристоров. Силовой блок собственного питания не имеет.

### 6.4 Работа устройств

Работа устройств определяется программным обеспечением, записанным в микросхему ПЗУ. Процессор считывает команды из ПЗУ и выполняет их. Команды производятся над двоичными восьмиразрядными числами. Кроме этого, процессор выполняет арифметические и логические действия над числами, осуществляя обработку поступающей информации и выполняя вычислительные операции.

При включении питания осуществляется автоматическая проверка исправности основных элементов устройства, при этом проверяется:

- информация ПЗУ на сохранность по контрольной сумме;

- работоспособность всех ячеек ОЗУ путем записи в них и считывания их различных кодов;
- работа обоих программируемых таймеров по прерыванию процессора;
- две БИС параллельного интерфейса (порты ввода-вывода) путем записи и считывания из них информации;
- АЦП: при закороченном на землю входе должно быть 0 значение; при подключенном ко входу опорному напряжению должно быть фиксированное число (значения проверяются с некоторым допуском в пределах точности устройства);
- клавиатура (все кнопки должны быть разомкнуты);
- цифровые индикаторы (последовательный перебор цифр от 0 до 9);
- отдельные светодиоды («бегущая волна»).

В случае обнаружения любой неисправности (кроме элементов индикации — их проверяет оператор) работа устройства прекращается и на индикатор выдается мигающий код ошибки с символом L в левой позиции. Расшифровка кодов неисправностей приведена в Приложении 1.

После прохождения тестов процессор опрашивает клавиатуру, ожидая ввода данных и команд оператора.

По команде «Пуск» процессор проверяет корректность введенных параметров и, если все нормально, выполняет цикл управления тиристорами и измерения тока, который заключается в следующем:

- сигнал с детектора нуля фазы сети вызывает прерывание процессора, осуществляя фазовую привязку к частоте сети;
- в соответствии с заданным углом открытия процессор записывает в таймер коэффициент счета для формирования импульсов на открытие тиристоров;
- по прерыванию от другого таймера подсчитывает время и высвечивает его на индикаторе;
- каждые 300 мкс производит запуск цикла измерения АЦП и считанное десятиразрядное значение заносится в ОЗУ;
- по истечении объема памяти (за время, равное 0,2 с) процесс измерения тока прекращается, но процесс управления тиристорами продолжается до истечения заданного времени;
- в случае отключения проверяемого автомата приходит сигнал «Стоп», либо пропадают сигналы нуля фазы сети, процессор при этом прекращает измерение и управление тиристорами;
- по трассе в ОЗУ процессор рассчитывает эффективное значение тока по формуле:

$$I_{эфф} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

- где  $i$  — мгновенное значение тока;
- $T$  — время измерения, не превышающее 0,2 с.

Аналоговый тракт контроллера содержит четыре функциональных узла:

— детектор нуля фазы напряжения сети, обеспечивающий прерывание процессора каждые полпериода частоты сети (0,01 с), причем с точной привязкой фазы импульса к моменту перехода через нуль напряжения, независимо от шунтирующего действия тиристоров;

— транзисторный усилитель мощности импульсов открытия тиристоров;

— схема беспомехового включения и отключения питания устройства;

— канал измерения тока, состоящий из коммутатора входов для различных пределов; масштабирующего усилителя, усиливающего сигнал до необходимого уровня; прецизионного двухполупериодного выпрямителя и БИС аналого-цифрового преобразователя.

Эпюры напряжений в разных точках устройства приведены на рис.3.

Для останова секундомера устройства при работе в схеме с нагрузочным трансформатором необходима подача сигнала «Стоп». Это делается замыкающими контактами проверяемого автомата, подключенными к клеммам «Останов» при тумблере в положении «Внутр.», для размыкающих контактов автомата надо перевести тумблер в положение «Внешн.».

При работе без нагрузочного трансформатора автоматом разрывается цепь тиристоров, питающая схему выделения нуля сети, что вызывает останов от пропадания этого сигнала. При этом тумблер «Останов» должен находиться в положении «Внутр.»

Измерение тока в пределах 10—2500 А осуществляется с использованием встроенного в устройство трансформатора тока, при этом токовые цепи подключаются к мощным клеммам 3—4 устройства.

При работе с нагрузочным трансформатором или при использовании силового блока устройства «Сатурн-М1» может использоваться внешний измерительный трансформатор тока с номинальным вторичным током 5 А, его вторичная обмотка подключается к клеммам 5—6 ( $I_2=5$  А) испытательного устройства.

Используя режим работы с ТТ и вводя значение первичного тока трансформатора, можно получить пересчитанное процессором реальное измеренное действующее значение тока.

## 7 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 При работе с устройствами «Сатурн-М», «Сатурн-М1» необходимо соблюдать общие требования техники безопасности, распространяющиеся на устройства релейной защиты и автоматики энергосистем.

7.2 К эксплуатации допускаются лица, изучившие настоящее техническое описание, инструкцию по эксплуатации и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

7.3 Подключение входных клемм устройства к токоведущим цепям должно производиться после проверки отсутствия напряжения.

7.4 При проверке автоматических выключателей непосредственно от сети 380 В подключение входных клемм должно производиться через автоматический выключатель с уставками большими, чем у проверяемого.

7.5 Соединительные провода надо сначала подключать к устройству, а затем уже к токоведущим цепям.

7.6 На все время измерения входные клеммы устройства должны быть закрыты изоляционной крышкой.

7.7 Перед работой с устройством клемму «Корпус» устройства «Сатурн-М» необходимо соединить с контуром заземления с сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

7.8 **Внимание!** При работе необходимо следить за допустимой длительностью протекания тока через тиристоры согласно п.1.3.8. настоящего РЭ для предотвращения пробоя тиристоров.

7.9 Не допускается соединение устройства с источниками опасных напряжений во время ремонта.

## 8 ПОРЯДОК РАБОТЫ

### 8.1 Общие указания

8.1.1 В настоящей инструкции излагаются требования, предъявляемые к устройству «Сатурн-М», «Сатурн-М1» при его эксплуатации, техническом обслуживании, транспортировании и хранении.

8.1.2 При эксплуатации необходимо соблюдать требования настоящего руководства и общие требования, устанавливаемые инструкциями и правилами эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.

### 8.2 Подготовка к работе

8.2.1 Заземлить корпус устройства «Сатурн-М» с помощью клеммы «Корпус» медным проводом с сечением, не меньшим, чем подводящие провода, но не менее 4 кв. мм.

8.2.2 При использовании силового блока соединить разъем его кабеля с розеткой на базовом блоке. При автономной работе базового блока вставить в розетку разъем-заглушку.

8.2.3 Собрать схему испытаний устройств защиты согласно одному из представленных вариантов и закрыть клеммы изоляционной крышкой.

8.2.4 Подключить сетевую вилку к розетке 220 В 50 Гц.

8.2.5 Включить тумблер питания устройства. При этом должны пройти начальные тесты. Состояние «0000» и включенные светодиоды «Тепл.», «2500», «Ввод», «Ток» соответствуют готовности к работе.

8.2.6 Подать входное напряжение, при этом должен загореться светодиод «U вход».

8.2.7 Установка режима работы

Устройство имеет 4 режима:

- проверка тепловых расцепителей тока и РЗ с выдержкой времени;
- проверка электромагнитных расцепителей тока и РЗ без выдержки времени;
- ручной режим проверки;
- непрерывный режим в качестве тиристорного регулятора мощности.

Выбор режима осуществляется кнопкой «Режим» путем их последовательного циклического перебора с индикацией включенного режима.

8.2.8 Установка предела измерения тока

Устройство имеет 4 предела измерения действующего значения тока: 25 А, 250 А, 2500 А и работа с внешним измерительным трансформатором тока — ТТ, кА.

Выбор предела осуществляется кнопкой «Предел» аналогично кнопке «Режим».

8.2.9 Ввод значения параметров режима измерения

Для ввода любого из пяти параметров необходимо выбрать режим «Ввод», нажать кнопку соответствующего параметра и затем ввести его числовое значение.

При этом первая цифра появляется в правой позиции индикатора, а при вводе следующей цифры сдвигается на одну позицию влево. Соответственно, при вводе пятой цифры первая пропадает, что позволяет исправлять ошибки ввода параметров. Ввод параметров можно производить в любой последовательности. В устройстве предусмотрен ввод следующих параметров:

— «Ток, А» — предельное эффективное значение тока для проверки тепловой и электромагнитной отсечки автоматов;

— «Длит, с» — предельная длительность включения тиристоров при автоматической и ручной проверке;

— «Ток ТТ, кА» — значение первичного тока применяемого внешнего измерительного трансформатора тока для последующего автоматического пересчета результата при выводе на индикатор;

— «Откр, %» — угол открытия тиристорov, задаваемый в ручном и непрерывном режимах;

— «Шаг откр, %» — степень роста угла открытия тиристорov для автоматических режимов работы.

После включения питания автоматически вводятся наиболее вероятные значения параметров:

Ток, А	— 0000
Длит, с	— 00,02
Ток ТТ, кА	— 25,00
Откр, %	— 0000
Шаг откр, %	— 0002

При необходимости оператор может заменить их другими.

Дисплей показывает значения параметров в двух режимах, выбираемых вручную или автоматически.

В режиме «Ввод» можно присваивать всем параметрам любые значения.

В режиме «Результат» можно только просматривать значение соответствующего параметра без возможности его изменения.

При этом имеются следующие особенности:

— параметры «Ток» и «Длит» в режиме «Результат» являются результатом измерения и могут отличаться от своих значений в режиме «Ввод»;

— параметры «Ток ТТ» и «Шаг» могут только вводиться оператором и никогда сами не изменяются в любых режимах работы;

— параметр «Откр» может вводиться оператором в режиме «Ввод», но может и изменяться при автоматических режимах работы, так как ему присваивается значение текущего угла открытия тиристорov при наборе заданного значения тока. В режиме «Ввод» и «Результат» высвечивается одинаковое значение угла открытия. При автоматических режимах работы можно для справки посмотреть угол открытия тиристорov после окончания режима «Пуск». Если при этом перейти в ручной режим, то угол открытия останется от предыдущего автоматического режима.

## 8.3 Проведение измерения

### 8.3.1 Общие указания

Входное напряжение рекомендуется подавать после включения питания устройства, а снимать — до его выключения.

При работе с устройством следует учитывать, что погрешность измерения минимальна при большом процентном открытии тиристорov и большом времени измерения и максимальна при малом времени измерения (меньше 0,2 с) и

малом открытии тиристорov (меньше 10 %). Это связано с дискретным регулированием угла открытия тиристорov и дискретным измерением мгновенного значения тока.

Включение светодиода «Стоп» сигнализирует либо о внешнем останове устройства при положении тумблера «Внутр.», либо о срабатывании тепловой защиты тиристорov. При этом режим «Пуск» невозможен до устранения причины сигнализации.

Если при включении питания на индикаторе высвечивается мигающее число с символом  $\underline{L}$  в левой позиции, то работа с устройством невозможна. Диагностика неисправностей приведена в Приложении 1.

8.3.2 Проверка теплового расцепителя и релейной защиты с выдержкой времени

- а) Выбрать предел измерения и ввести значение проверочного тока.
- б) Ввести длительность протекания тока на 30—50 % больше ожидаемого времени срабатывания аппарата.
- в) Ввести шаг угла открытия тиристорov (типичное значение 2 %).
- г) Нажать кнопку «Пуск».

Периодически в течение 0,5 с на индикаторе будет высвечиваться измеренное за 0,02 с значение тока до достижения им заданного, а затем будет работать секундомер до истечения заданной длительности.

В случае отключения автомата на индикаторе останется время отключения, а измеренное значение тока можно посмотреть, нажав кнопку «Ток» в режиме «Результат».

д) В случае перегрузки входных цепей предел автоматически переключится на более грубый.

е) В любой момент можно прервать процесс измерения, нажав кнопку «Стоп».

ж) При достижении угла открытия, равного 100 %, процесс набора тока прекратится, так и не достигнув заданного значения.

8.3.3 Проверка электромагнитного расцепителя и токовой отсечки.

- а) Выбрать предел измерения и ввести значение тока через автомат на 20—30 % больше ожидаемого тока отсечки.
- б) Ввести длительность проверочного импульса тока (обычно — 0,02 с).
- в) Ввести шаг угла открытия тиристорov (типичное значение 1—2 %).
- г) Нажать кнопку «Пуск».

Периодически, в течение 0,5 с, на индикаторе будет высвечиваться увеличивающееся измеренное значение тока, сопровождаемое включением светодиодов «Ток», «Результат», пока оно не достигнет заданного значения тока.

В случае отключения автомата на индикаторе останется время отключения, а измеренное значение тока можно посмотреть, нажав кнопку «Ток» в режиме «Результат».

Проверка полупроводниковых и электромагнитных расцепителей автоматических выключателей, чувствительных к форме проверочного тока, производится по методике, приведенной на стр.34 (рис.13—рис.15).

#### 8.3.4 Ручной режим проверки

- а) Ввести длительность протекания тока.
- б) Ввести желаемый угол открытия тока.
- в) Выбрать ожидаемый предел измерения тока.
- г) Нажать кнопку «Пуск».

На индикаторе будет работать секундомер до истечения заданного времени или до отключения автомата.

Измеренное значение тока можно посмотреть, нажав кнопку «Ток» в режиме «Результат».

Если предел измерения выбран неправильно, то при перегрузке входных цепей устройства индикатор будет мигать, высвечивая некорректно измеренное значение тока, требуя перехода на более грубый предел.

#### 8.3.5 Непрерывный режим работы

- а) Ввести желаемый угол открытия тиристорov.
- б) Нажать кнопку «Пуск».

На индикаторе будут высвечиваться минуты, секунды до остановки по кнопке «Стоп» или при срабатывании подключенного автомата.

Предел автоматически установится на 2500 А.

#### 8.3.6 Работа с внешним трансформатором тока

а) Подключить вторичную обмотку трансформатора тока к клеммам «I2=5 А» устройства. Клеммы «I2=5 А» продублированы на силовом блоке устройства «Сатурн-М1».

б) Выбрать предел «ТТ, кА».

в) Ввести значение первичного тока применяемого ТТ. При этом все дальнейшие показания тока будут пересчитаны и отображаться на индикаторе в кА.

8.3.7 В устройстве предусмотрены следующие ограничения при вводе параметров:

— длительность тока	0,01...99,99 с;
— задаваемое значение тока при автоматических режимах проверки	25 А; 250 А; 2500 А; 99,99 кА;
— задаваемый угол открытия тиристорov	0...100 %;
— задаваемый шаг угла открытия тиристорov	1...10 %.

8.3.8 В случае неправильного задания параметров по нажатию кнопки «Пуск» индикатор будет мигать, показывая неправильно введенный параметр.

В случае задания значения тока на одном пределе, при переходе на другой число будет смещаться, и, если левая цифра выйдет за границу индикатора, то он будет мигать. При этом ввод первой же цифры сразу отменит ранее введенное значение.

В случае просмотра результата измеренного тока переключение пределов аналогично смещает выводимое на индикатор число вместе с запятой. При выходе левой значащей цифры за границу индикатора он будет мигать.

8.3.9 Работа с нагрузочным трансформатором требует применения внешнего сигнала «Останов» для фиксирования времени отключения автомата, а также для правильного расчета действующего значения тока.

**Применение внешнего останова при работе с НТ строго обязательно.**

При испытании обычных автоматов используются свободные контакты одного из размыкателей, которые будут разомкнуты при срабатывании аппарата. Их подключают к клеммам «Останов» устройства и переводят тумблер в положение «Внешн.».

В других случаях при использовании нормально разомкнутых контактов проверяемого аппарата, тумблер устанавливают в положение «Внутр.».

Клеммы внешнего останова продублированы на силовом блоке устройства «Сатурн-М1».

## 9 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ УСТРОЙСТВ

9.1 Проверка характеристик автоматических выключателей непосредственно от сети 0,4 кВ.

Проверка по этому варианту осуществляется путем создания искусственного замыкания с регулируемым значением тока в цепи проверяемого автоматического выключателя (рис. 6).

Этим методом могут проверяться автоматические выключатели, постоянно подключенные к электрической сети и подключаемые к электросети на время проверки. Проверку рекомендуется производить с последовательно включенным в цепь замыкания дополнительным автоматическим выключателем с более грубыми уставками срабатывания теплового и электромагнитного расцепителей. При проверках автоматических выключателей с малыми токами срабатывания для повышения плавности регулирования тока последовательно в цепь замыкания может дополнительно включаться дроссель или резистор.

Ток срабатывания электромагнитного расцепителя рекомендуется проверять в режиме «Отсеч.» с установкой предельного значения тока на 20—30 % больше предполагаемого значения тока срабатывания, с установкой длительности тока 0,02 с и шага роста открытия тиристорov 2 %. При необходимости значения длительности тока и шага можно изменить.

Ток срабатывания теплового расцепителя рекомендуется проверять в режиме «Тепл.» с установкой желаемого тока проверки и длительности протекания тока на 50—60 % больше ожидаемой.

С учетом времени ограничения протекания тока в процессе проверки для создания цепи замыкания могут использоваться проводники сравнительно небольшого сечения порядка 10...16 мм<sup>2</sup> при значениях тока срабатывания электромагнитного расцепителя до 2000 А и 60...100 мм<sup>2</sup> при токах до 12 кА.

Тумблер «Останов» должен быть установлен в положение «Внутр.», при этом секундомер устройства прекращает счет времени в момент разрыва силовой цепи контактом автоматического выключателя АВ.

9.2 Проверка мощных автоматических выключателей непосредственно от сети производится с применением силового блока устройства «Сатурн-М1».

При этом проверка теплового расцепителя может производиться с помощью встроенного в базовый блок трансформатора тока при значениях прове-

рочного тока до 2500 А, а электромагнитного — с помощью внешнего трансформатора тока при токе проверки до 12 кА.

Схемы подключения для обоих вариантов приведены на рис. 7а и рис. 7б соответственно.

9.3 Проверка характеристик автоматических выключателей с использованием нагрузочного трансформатора.

Схема проверки со встроенным трансформатором тока приведена на рис. 8а, а с внешним ТТ — на рис. 8б.

Применение силового блока в схеме с нагрузочным трансформатором нецелесообразно, так как для регулирования тока в первичной цепи НТ вполне хватает мощности встроенных в базовый блок тириستоров.

Тумблер «Останов» должен быть переведен в положение «Внешн.», так как для остановки секундомера нужно использовать контакты проверяемого автоматического выключателя.

Резистор R служит для обеспечения удерживания открытого состояния тириستоров при малых углах их открытия с целью расширения диапазона регулирования тока.

При сопротивлении резистора 68—100 Ом диапазон регулирования первичного тока от 0,5 до 300 А. Мощность резистора должна быть при этом 200—150 Вт.

9.4 Проверка характеристик релейной защиты присоединений 6—35 кВ вторичным током.

Проверка осуществляется путем подачи во вторичные токовые цепи релейной защиты присоединения с выключателем Q заданного значения тока в течение заданного интервала времени с измерением эффективного значения тока и времени срабатывания защиты. Схема проверки представлена на рис. 9а. В качестве нагрузочного трансформатора НТ может использоваться любой трансформатор, обеспечивающий получение тока в цепях защиты до 150—200 А, например, ОСО-250-220/127, ТН61-220-50 и другие.

При испытаниях тумблер «Останов» должен находиться в положении «Внутр.», если используется замыкающий контакт выключателя, и «Внешн.» для размыкающего контакта.

Схема проверки позволяет регулировать первичный ток нагрузочного трансформатора в пределах 0,2—50 А и производить измерение тока в цепях релейной защиты в пределах 5—300 А. В качестве резистора R1 рекомендуется использовать резистор с сопротивлением 50—100 Ом мощностью 800—400 Вт. Проверка устройств релейной защиты, реагирующей на эффективное значение тока, может производиться без резистора R2.

Резистор R2 используют в тех же случаях, когда проверка защиты должна производиться при синусоидальном токе. При этом испытания производятся при полном открытии тиристоров со вводом значения «Откр. %», равным 100 %, а регулирование тока производится резистором R2.

Для измерения времени действия АПВ может использоваться обычный электросекундомер, включенный в цепь вспомогательного контакта выключателя Q.

В качестве резистора R2 может использоваться резистор сопротивлением 5—10 Ом на ток 5—10 А. Схема проверки, представленная на рис. 9а, используется при сравнительно малых значениях рабочего тока нагрузки (10—20 % номинального значения), а схема на рис. 9б может использоваться при любых

значениях тока нагрузки. В этой схеме в токовой цепи защиты измеряется суммарный ток нагрузки и нагрузочного устройства.

Проверка характеристик релейной защиты отключенных электроприсоединений 6—35 кВ может производиться по упрощенной схеме без нагрузочного трансформатора НТ (рис. 9в). При использовании этого варианта на время проверки отсоединяется заземление вторичных токовых цепей.

9.5 Проверка характеристик устройств релейной защиты электрических присоединений первичным током.

Проверка осуществляется путем подачи в первичные цепи релейной защиты присоединения с выключателем Q заданного значения тока в течение заданного интервала времени с измерением эффективного значения тока и времени срабатывания защиты.

Варианты проверки представлены на рис. 10. Схема проверки, представленная на рис. 10а, позволяет производить проверку характеристик релейной защиты отключенных от сети присоединений первичным током без нагрузочного трансформатора непосредственно от сети 380 В при токах от 20 до 2000 А, а с силовым блоком устройства «Сатурн-М1» — до 12000 А.

Вариант проверки, представленный на рис. 10б, предназначен для проверки характеристик релейной защиты первичным током с использованием нагрузочного трансформатора. При проверке обеспечивается возможность регулирования тока в первичной цепи НТ в пределах 0,5—300 А и измерения тока во вторичной цепи в пределах 10—2500 и 20—30000 А при использовании соответственно встроенного и внешнего трансформатора тока. В качестве резистора R может использоваться резистор сопротивлением 68—100 Ом мощностью 200—150 Вт соответственно.

Останов секундомера должен производиться от контактов проверяемой релейной защиты, либо вспомогательного контакта выключателя Q, в положении «Внутр.» или «Внешн.» для замыкающего или размыкающего контактов соответственно.

9.6 Оценка значения тока короткого замыкания присоединений 380 В производится путем создания искусственного замыкания в конце проверяемого присоединения с использованием схемы, представленной на рис. 6 без автоматического выключателя АВ2.

Измерение значения тока КЗ рекомендуется производить в ручном режиме с установкой параметров по длительности тока — 0,02 с и значению тока — 100 % при ожидаемом токе КЗ до 2000 А.

Определение значения тока КЗ на коротких линиях с большими значениями тока КЗ и на шинах 380 В рекомендуется производить путем измерения тока при неполном открытии тиристорov, например, 50 %. При этом полный ток КЗ определяется умножением измеренного значения тока на коэффициент, равный 2.

9.7 При использовании устройства иногда возникает проблема со слишком грубым регулированием тока тиристорами, то есть кривая характеристики «% открытия тиристорov — измеренный ток, А» имеет очень большой угол наклона. Для получения более плавного регулирования рекомендуется включать последовательно в токовую цепь резистор или дроссель.

## 10 ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 10.1 Проверка технического состояния

Рекомендуется производить перед началом эксплуатации после приобретения и при возникновении сомнений в достоверности его показаний. Проверка должна включать внешний осмотр, при котором следует убедиться в отсутствии механических повреждений, могущих отразиться на работе устройств и опробование.

Для опробования используется эталонный амперметр эффективного значения тока с пределом не менее 500 А, либо амперметр на ток 5 А с измерительным трансформатором тока на данное значение тока и нагрузочный трансформатор, со вторичной обмотки которого можно снять ток до 300...500 А.

Для опробования используется схема, приведенная на рис. 8, отличающаяся последовательным включением в измерительную цепь устройства «Сатурн-М» эталонного амперметра.

Опробование производится в ручном режиме при длительности подачи тока 5...10 с и разной степени открытия тиристоров с целью определения соответствия показаний эталонного прибора и амперметра устройства.

Относительная погрешность не должна превышать  $\pm 8\%$ .

Погрешность измерения времени устройства проверяется при длительности 60 с по эталонному секундомеру.

Разница в показаниях не должна превышать 0,3 с.

### 10.2 Неисправности устройства, устранимые пользователем

Таблица 2

№ п/п	Внешние признаки неисправности	Причина неисправности	Метод устранения
1	Устройство не включается	Перегорели сетевые предохранители	Заменить сетевые предохранители
2	При нажатии кнопки «Пуск» ток не набирается	Тумблер «Останов» установлен не в то положение	Перевести тумблер в нужное положение

## 11 ПОВЕРКА

Устройство подлежит обязательной проверке по согласованной с ГФУП ВНИИМС методике проверки – Приложение 4. Межповерочный интервал – 1 год.

## 12 МАРКИРОВАНИЕ, ПЛОМБИРОВАНИЕ, УПАКОВКА

12.1 На корпусе устройства имеется маркировка, содержащая:

- товарный знак предприятия-изготовителя;

- обозначение изделия;
  - изображение знака утверждения типа;
  - символ испытательного напряжения изоляции;
  - год изготовления;
  - вблизи органов управления и клемм надписи или символы, указывающие их назначение (см. рис.1);
  - порядковый номер изделия;
- 12.2 Устройство, принятое ОТК, пломбируется.

12.3 Устройство поставляется в комплектности согласно п.5, упакованным в соответствующую транспортную тару, имеющую маркировку по ГОСТ 14192-77 и содержащую манипуляционные знаки.

### 13 ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

13.1 Устройства в таре предприятия-изготовителя могут перевозиться на любые расстояния всеми видами транспорта при внешних:

- температура окружающего воздуха  $-20 \div +55^{\circ} \text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $95\%$  при  $25^{\circ} \text{C}$ ;
- атмосферное давление  $86 \div 106 (650 \div 800)$ ;
- транспортная тряска, ударов в минуту  $80 \div 120$ ;
- ускорение м/с<sup>2</sup>  $30$ .

Поставка на малые расстояния или небольших партий устройств допускается без транспортной тары.

13.2 Устройства в упаковке предприятия-изготовителя должны храниться в отопляемых хранилищах при температуре от  $5$  до  $40^{\circ} \text{C}$  и относительной влажности до  $80\%$  при температуре  $25^{\circ} \text{C}$ . В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150-69.

### 14 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Завод-изготовитель гарантирует нормальную работу устройства «Сатурн-М\_\_» ТУ4222-006-17326295-96 в течение 12 месяцев со дня продажи, но не более 18 месяцев со дня изготовления при соблюдении потребителем правил эксплуатации.

Гарантийный ремонт осуществляется по адресу:

124489, Москва, Зеленоград, Панфиловский проспект, дом 10, строение 3, НПФ «Радиус».

## 15 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Устройство «Сагун-М », заводской № \_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям ТУ4222-006-17326295-96 и признано годным для эксплуатации.

Дата выпуска \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

М.П.

Подпись представителя

Дата первичной поверки \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

М.П.

Подпись представителя

Дата продажи \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

М.П.

Подпись представителя

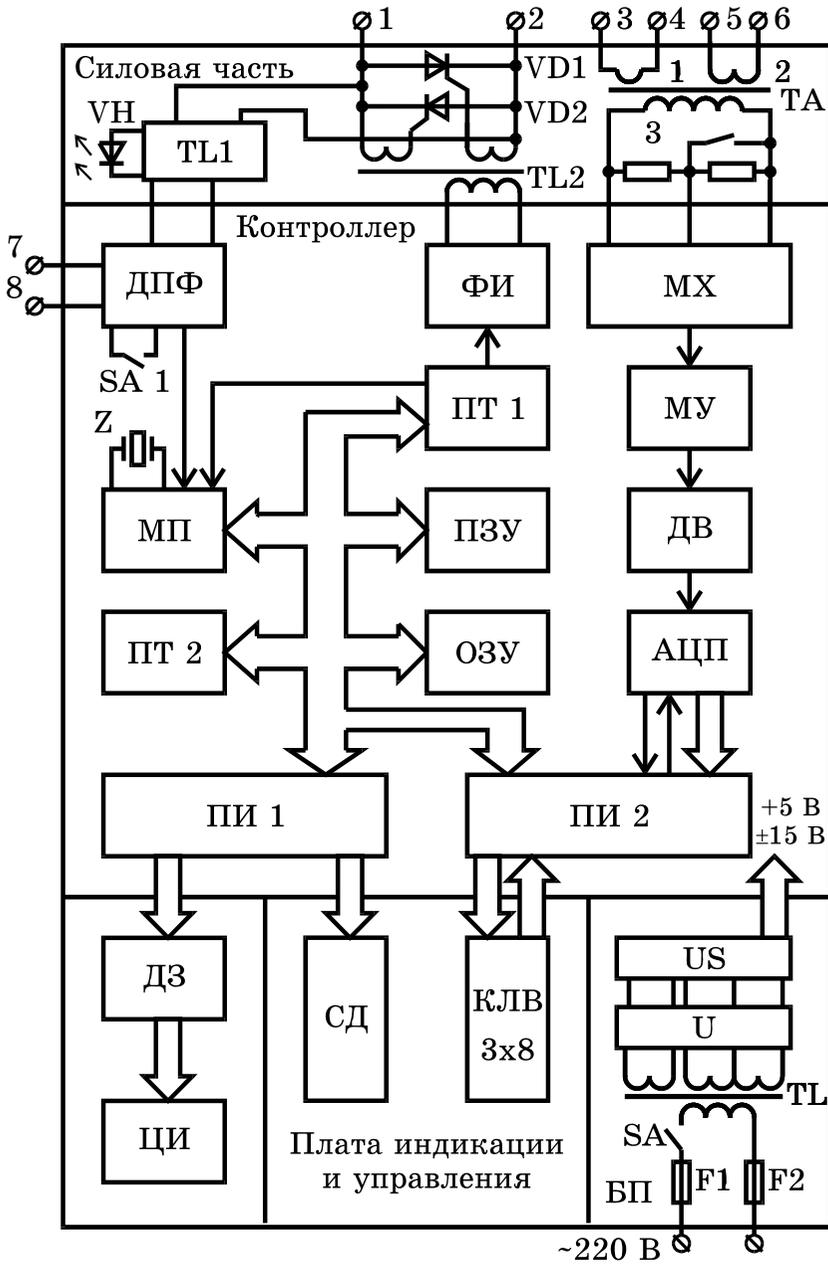


Рис. 1 Структурная схема устройства «Сатурн-М»

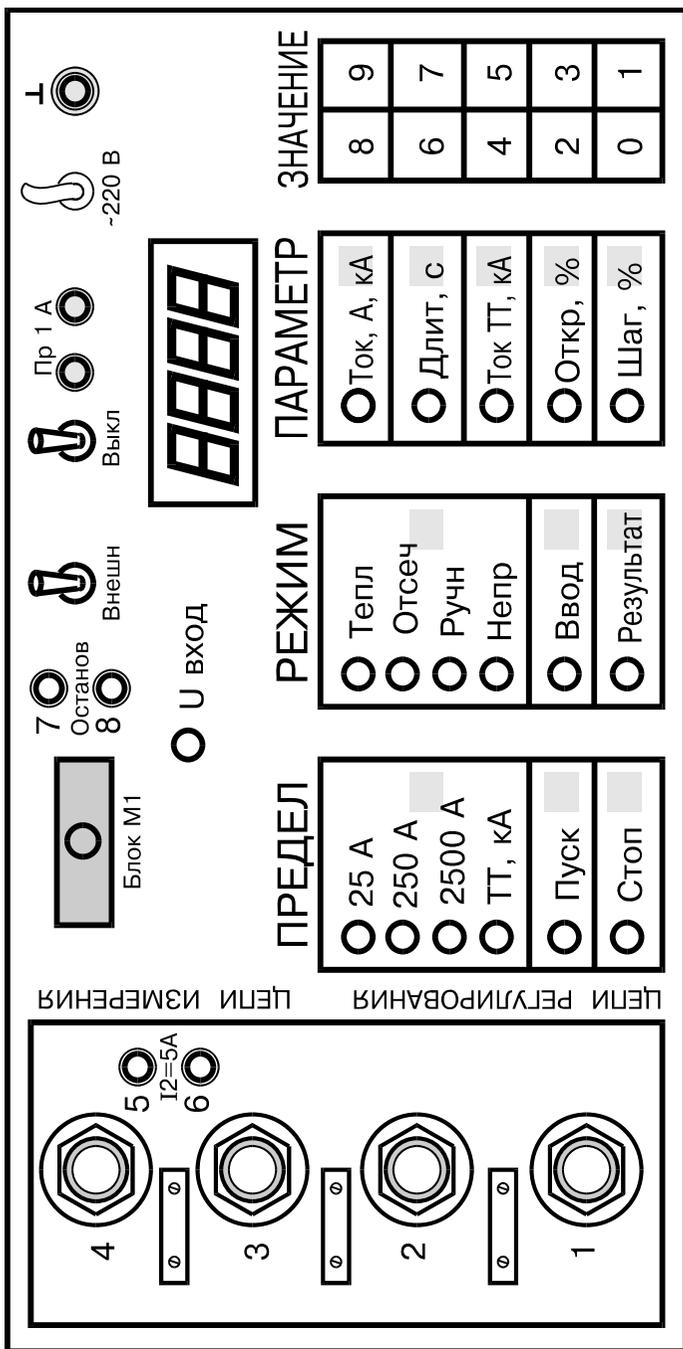


Рис. 2. Внешний вид лицевой панели устройства «Сатурн-М»

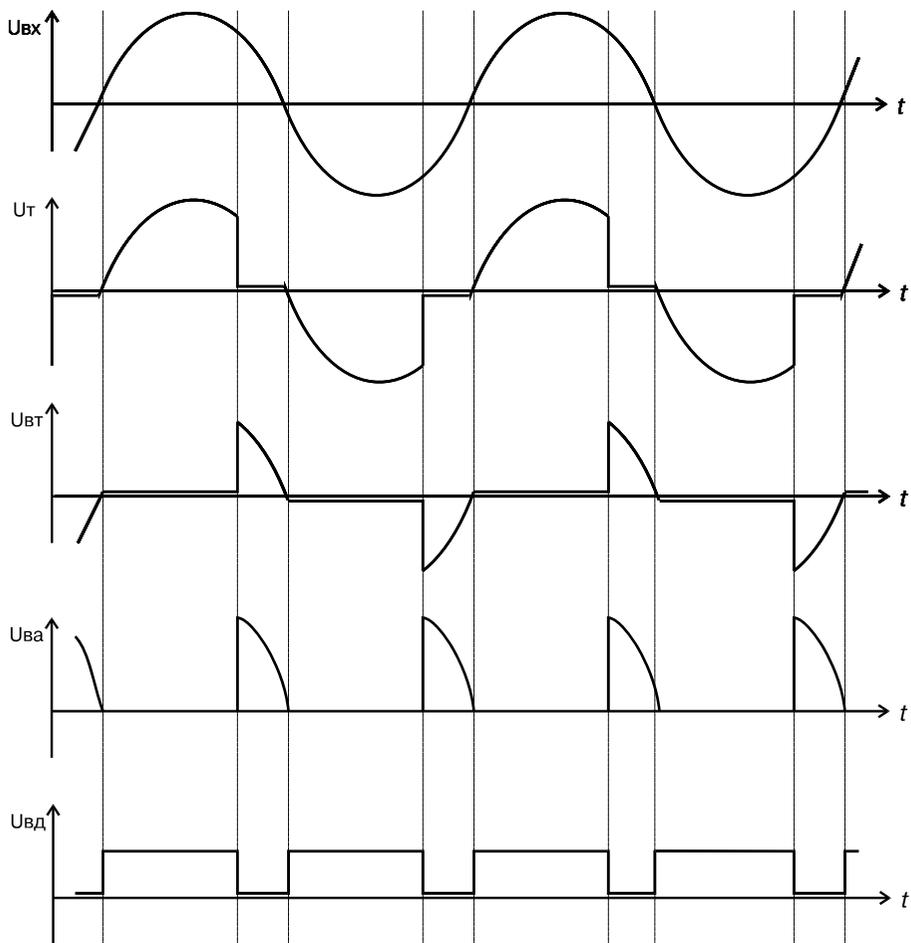


Рис. 3 Осциллограммы напряжений на элементах устройства «Сатурн-М»:

$U_{вх}$  — исходное входное напряжение;

$U_{т}$  — напряжение на тиристорах при угле открытия около 35 %;

$U_{вт}$  — напряжение на выходе трансформатора тока;

$U_{ва}$  — напряжение на входе АЦП;

$U_{вд}$  — напряжение на выходе детектора нуля фазы напряжения сети.

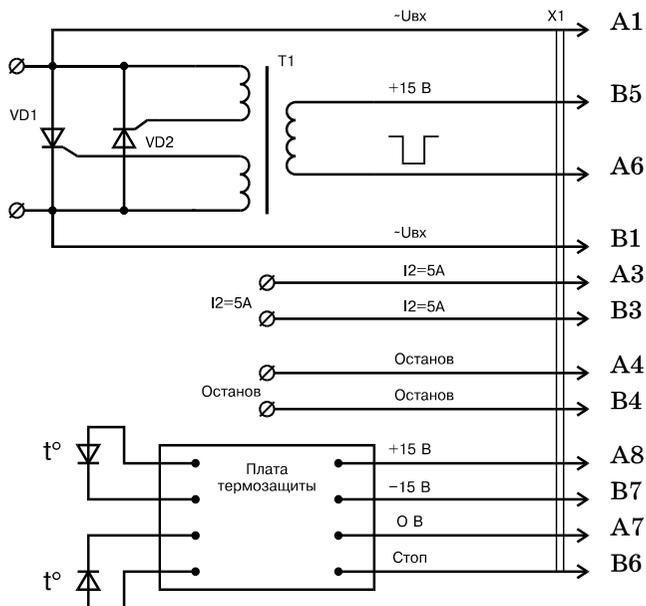
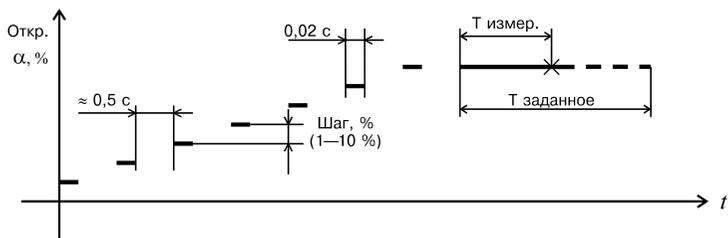
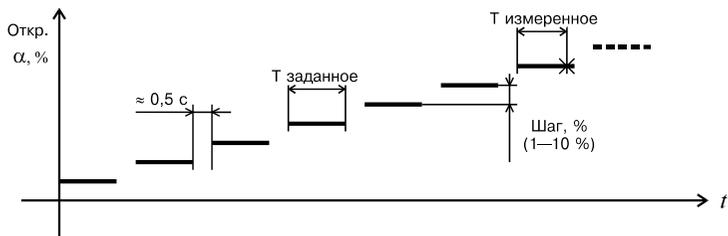


Рис. 4. Схема силового блока устройства «Сатурн-М1»



а)



б)

Рис. 5 Принцип набора тока в режиме «Тепл.» (а) и в режиме «Отсеч.» (б) устройства «Сатурн-М». Знаком «X» помечена точка отключения автоматического выключателя

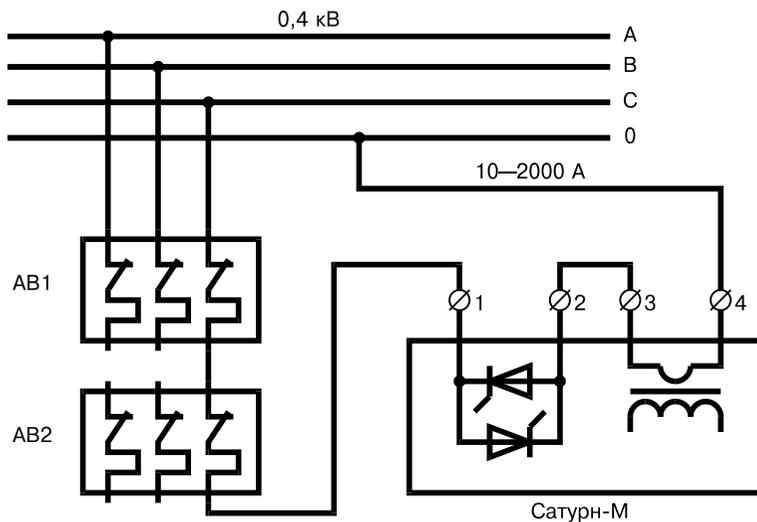


Рис. 6 Применение устройства «Сатурн-М» для проверки непосредственно от сети 380 В постоянно подключенного к сети (АВ1) и подключаемого на время проверки (АВ2) автоматического выключателя. Тумблер «Останов» должен быть в положении «Внутр.»

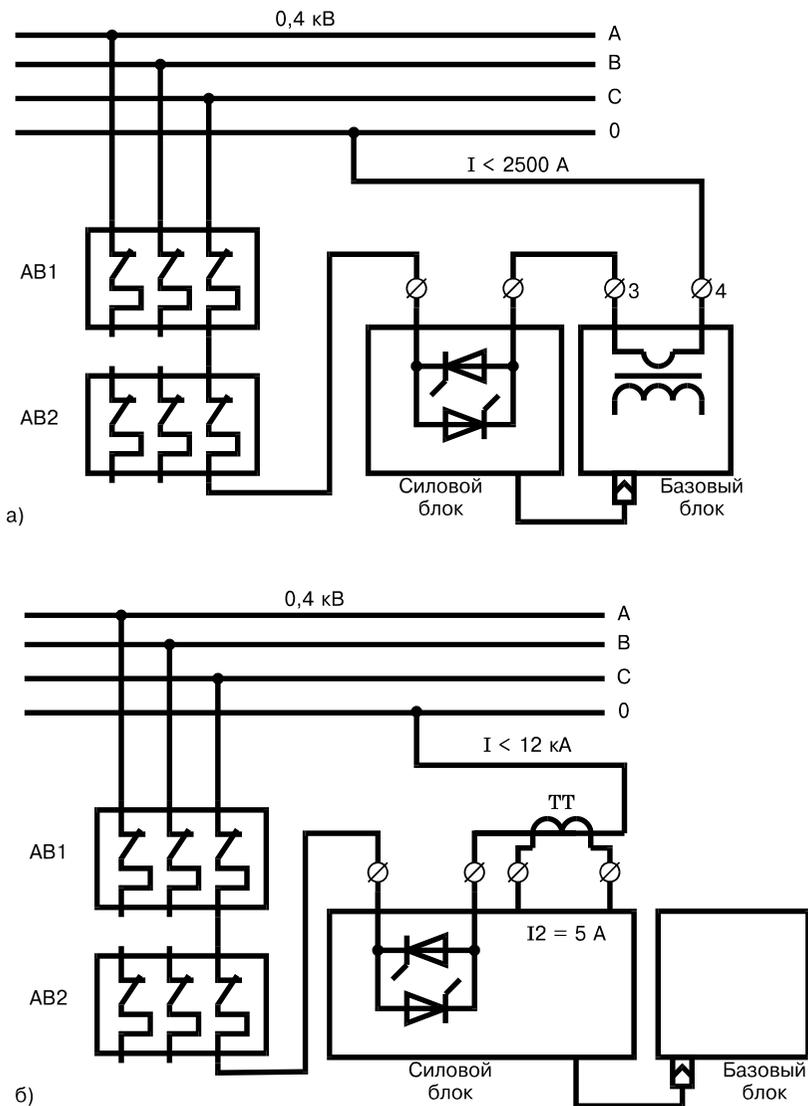
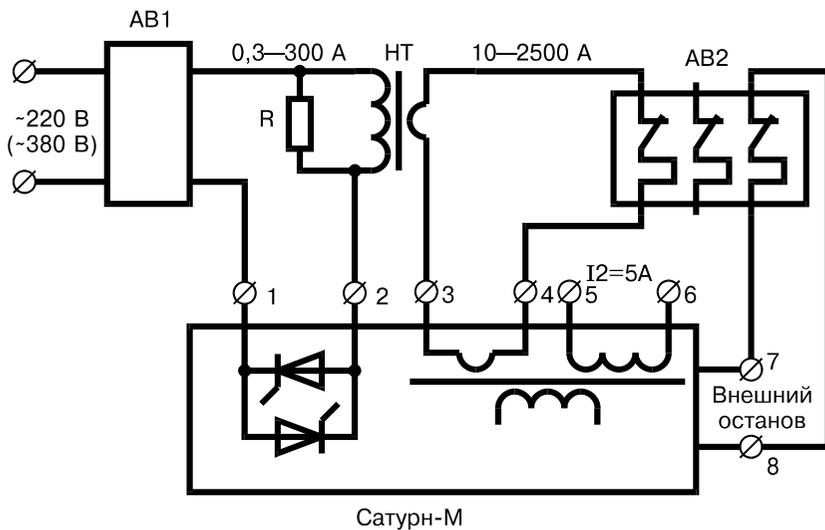
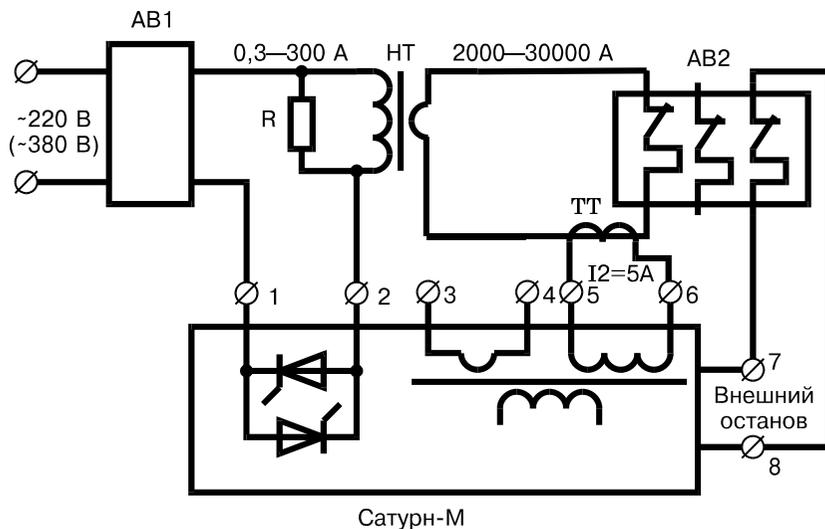


Рис. 7 Применение устройства «Сатурн-М1» с силовым блоком для проверки непосредственно от сети 380 В автоматического выключателя АВ1 (АВ2) с внутренним (а) и внешним (б) трансформатором тока. Тумблер «Останов» должен быть в положении «Внутр.»



а)



б)

Рис. 8 Применение устройства «Сатурн-М» для проверки автоматических выключателей с нагрузочным трансформатором и остановом секундомера от резервных контактов АВ2 при использовании встроенного (а) и внешнего (б) трансформаторов тока. Тумблер «Останов» должен быть в положении «Внешн». Резистор R=50—100 Ом мощностью 500—150 Вт соответственно.

**При работе с нагрузочным трансформатором подключение проводов внешнего останова от проверяемого автомата строго обязательно!**

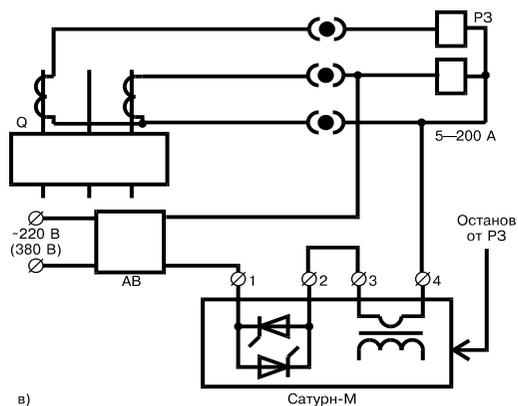
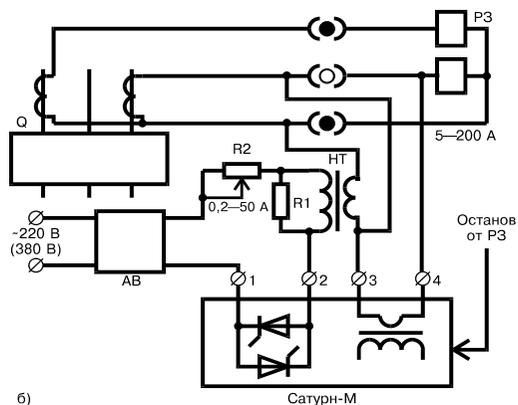
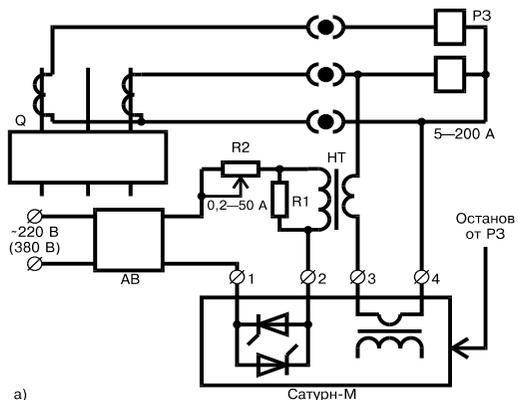
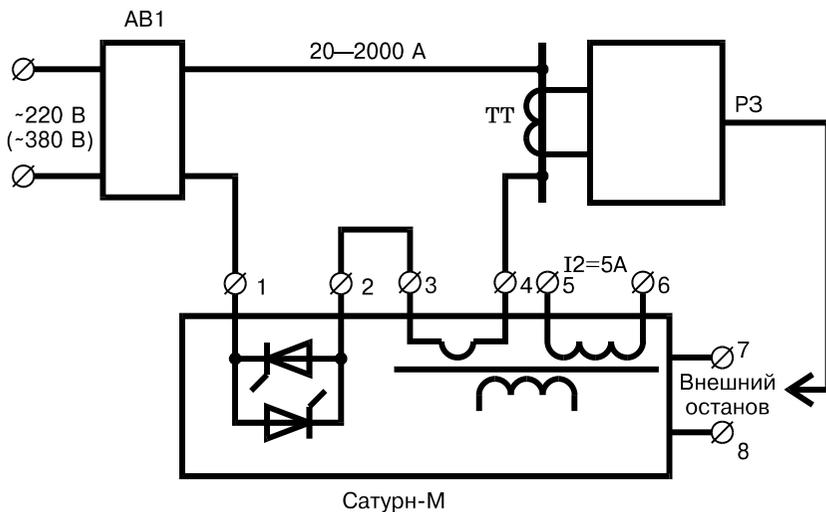
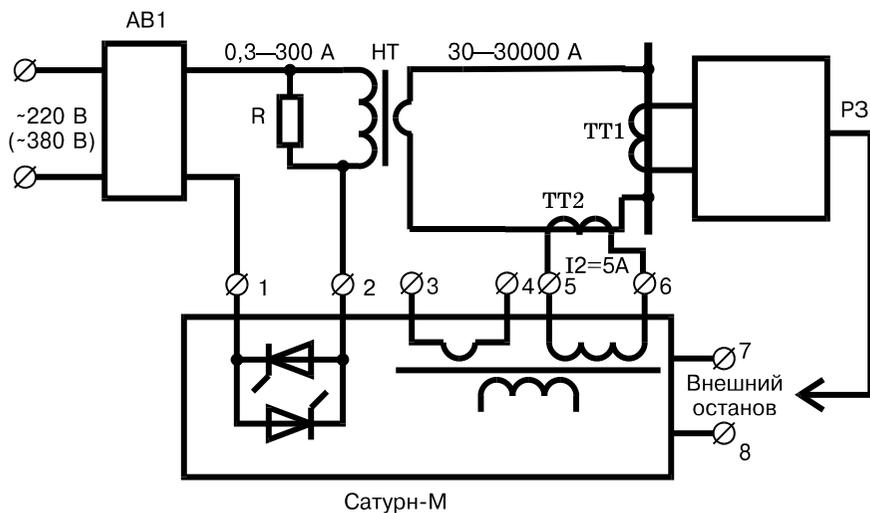


Рис. 9 Варианты применения устройства «Сатурн-М» для комплексной проверки средств РЗА электросетей 6—35 кВ вторичным током



а)



б)

Рис. 10 Варианты применения устройства «Сатурн-М» для проверки характеристик устройств релейной защиты электрических присоединений первичным током непосредственно от сети 380 В (а) и с использованием нагрузочного трансформатора НТ (б). При проверке по схеме (а) первичная цепь ТТ должна быть отключена с обеих сторон. Резистор R должен иметь сопротивление 50—100 Ом мощность 500—150 Вт соответственно

## Внимание!

**Категорически запрещается применять изделие «Сатурн-М1» в одноблочном варианте или «Сатурн-М» при прямом включении в сеть 220—380 В, если ток полного короткого замыкания сети превышает 2000—3000 А.**

Это связано с тем, что при действующем значении тока 2—3 кА и малом угле открытия тиристоров мгновенное значение импульса тока может в несколько раз превысить действующее. Большой пиковый ток может привести к пробоем силовых тиристоров или резкому сокращению срока их службы.

Поясняющие осциллограммы показаны на рисунке:

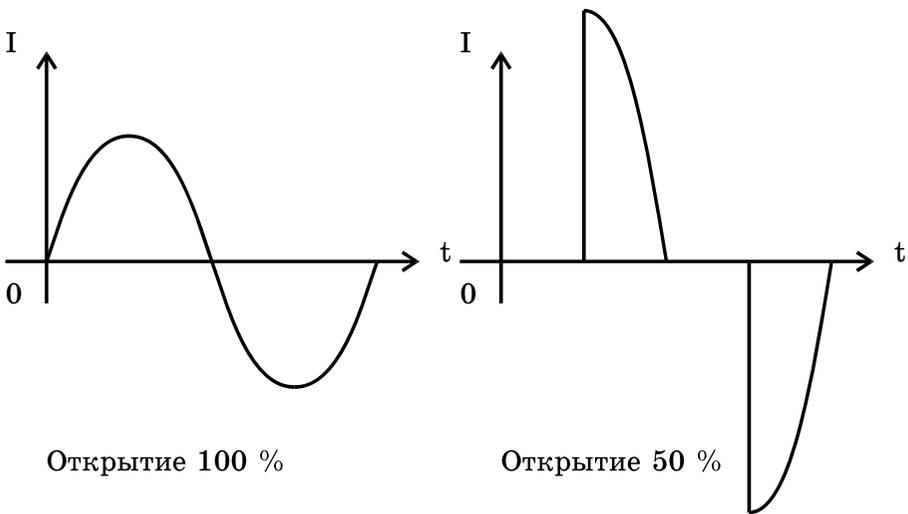


Рис. 11 Сравнительная форма импульсов тока с разными углами открытия тиристоров, но с одинаковыми действующими значениями

Действующее значение тока (площадь под кривой) для обеих осциллограмм одинаково, тогда как импульсное значение тока может отличаться в 2 и более раза.

Поэтому при работе с мощной сетью без нагрузочного трансформатора следует использовать двухблочное включение устройства «Сатурн-М1».

Перечень неисправностей устройства «Сатурн-М»,  
выявляемых автоматически при включении питания

Мигающая информация на индикаторе	Вид неисправности
<i>E100</i>	ПЗУ К573РФ4
<i>E300</i>	ОЗУ КР537РУ10
<i>E531</i>	Таймер КР580 ВИ53 (ст.2, 08Н, RST6.5)
<i>E532</i>	Таймер КР580 ВИ53 (ст.1, 10Н, RST7.5)
<i>E533</i>	Таймер КР580 ВИ53 (ст.2, 10Н, NMI)
<i>E551</i>	ПИ (20Н, цифровая индикация)
<i>E552</i>	ПИ (18Н, клавиатура)
<i>E000</i>	«Залипла» кнопка «0»
...	...
<i>E009</i>	«Залипла» кнопка «9»
<i>E010</i>	«Залипла» кнопка «Предел»
<i>E011</i>	«Залипла» кнопка «Режим»
<i>E012</i>	«Залипла» кнопка «Ввод»
<i>E013</i>	«Залипла» кнопка «Результат»
<i>E00Г</i>	«Залипла» кнопка «Пуск»
<i>E00Ж</i>	«Залипла» кнопка «Шаг угла откр, %»
<i>E014</i>	«Залипла» кнопка «Ток, А»
<i>E015</i>	«Залипла» кнопка «Длит, с»
<i>E016</i>	«Залипла» кнопка «Ток ТТ, кА»
<i>E017</i>	«Залипла» кнопка «Угол откр»
<b>ГXXX</b>	АЦП (0-значение: XXX) С прибором работать нельзя!
<b>ЖXXX</b>	АЦП (Опорное значение: XXX), С прибором где XXX — числовое значение работать нельзя!

Примечание: в случае ошибок АЦП для продолжения работы надо нажать любую кнопку, но точность измерения не гарантируется.

Для увеличения диапазона измеряемых токов применяется внешний ИТТ.

Измерительный трансформатор ТМ-0,66Р-5 имеет кратность тока перегрузки равную 5, что при коэффициенте передачи 3000/5 А обеспечивает неискаженную передачу тока до 15 кА, а выходной ток ТТ составит 25 А.

Существует два варианта применения данного ИТТ:

1) Измерение токов до 3 кА:

- подключить датчик тока ТМ-0,66Р-5 к дополнительным измерительным клеммам 5 и 6 устройства «Сатурн-М» — « $I_2=5A$ »;
- задать предел измерения тока — «ТТ, кА»;
- задать первичный «Ток ТТ, кА», равный 3,00.

При этом на индикаторе устройства отображаются прямые показания тока с верхним пределом в 3 кА. Аналогично используется любой внешний ИТТ с номинальным вторичным значением тока 5 А.

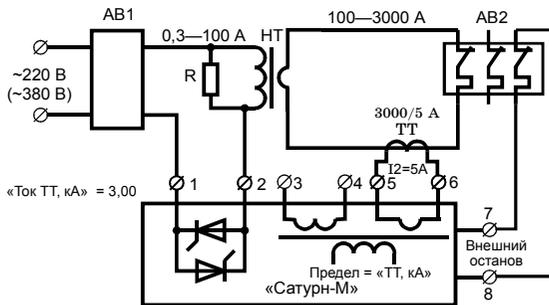


Рис. 12а Схема применения ТМ-0,66Р-5 для измерения токов до 3 кА

2) Измерение токов до 15 кА:

- подключить датчик тока ТМ-0,66Р-5 к основным измерительным клеммам 3 и 4 устройства «Сатурн-М» — «Цепи измерения»;
- задать предел измерения тока — «ТТ, кА»;
- задать первичный «Ток ТТ, кА», равный 15,00.

При этом на индикаторе устройства отображаются прямые показания тока с верхним пределом в 15 кА.

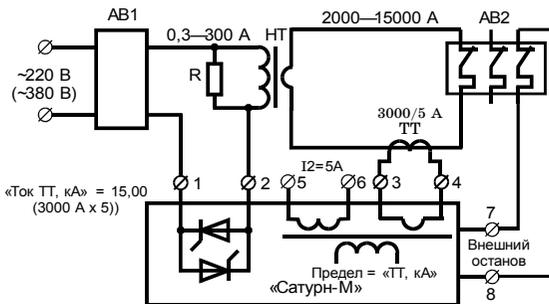


Рис. 12б Схема применения ТМ-0,66Р-5 для измерения токов до 15 кА

## Проверка полупроводниковых и электромагнитных расцепителей автоматических выключателей с помощью устройства «Сатурн-М»

1. Для проверки полупроводниковых и электромагнитных расцепителей автоматических выключателей с помощью устройства «Сатурн-М» необходимо собрать одну из схем, приведенных на рис.1 — рис.3.

2. Возможно применение другого нагрузочного трансформатора вместо НТ-12 при условии получения необходимого проверочного тока и длительности режима испытаний.

3. Вместо Устройства регулирования возможно применение любого лабораторного автотрансформатора (ЛАТРа) с максимальным током не менее 9 А.

4. В случае превышения проверочным током значения 2500 А необходимо использование внешнего измерительного трансформатора тока, например, ТМ-0,66-Р5.

5. При проверках в устройстве «Сатурн-М» задается «Ручной» режим, 100% открытие тиристоров, необходимая длительность тока (0,02—0,1 с), а регулировка значения тока производится плавным повышением напряжения с помощью ЛАТРа.

Начальное значение напряжение с ЛАТРа должно быть не менее 50 В, так как при более низких напряжениях возможна неустойчивая работа тиристоров.

6. После каждого изменения значения напряжения с ЛАТРа нажатием кнопки «Пуск» выполняют подачу импульса тока, потом — снова плавно увеличивают напряжение с ЛАТРа на 3—5 В и так до тех пор, пока автоматический выключатель не отключится. Результирующий ток отключения получают на индикаторе, нажав кнопку «Ток».

7. Подключение проводников от свободных контактов проверяемого автомата (к клеммам 7 и 8 прибора «Сатурн-М») строго обязательно для правильного измерения как значения тока, так и времени отключения проверяемого автоматического выключателя. При этом тумблер «Останов» должен быть установлен в положение «Внешний».

Различные варианты схем применения комплекса для проверки автоматических выключателей и средств релейной защиты первичным синусоидальным током приведены на рисунках 13—15.

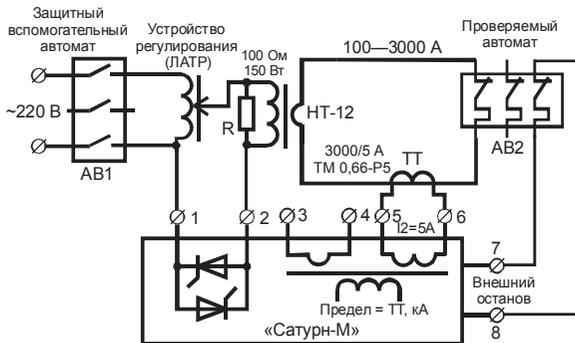


Рис.13 Получение токов до 2—3 кА с применением внешнего ИТТ ТМ-0,66-Р5. Необходимо задать уставку  $I_{тт} = 3,00$  кА

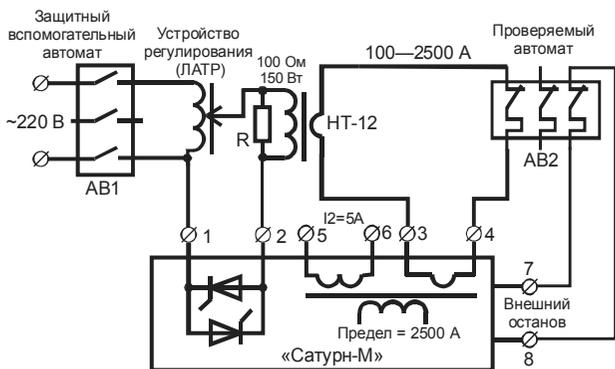


Рис.14 Получение токов до 2,5 кА без применения внешнего ИТТ

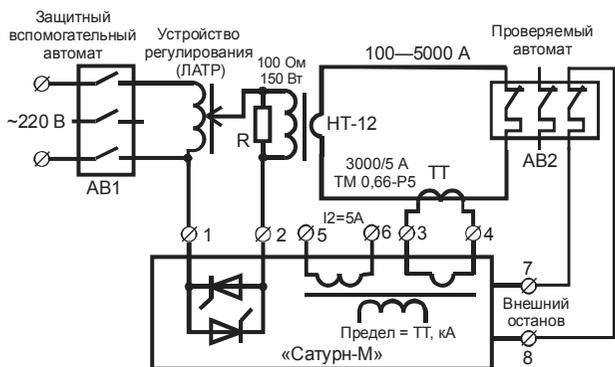


Рис.15 Получение токов до 4—5 кА с применением внешнего ИТТ ТМ-0,66-Р5. Необходимо задать уставку  $I_{тт} = 15,00$  кА

При оперативной проверке электромагнитных расцепителей несинусоидальным током (в схеме без ЛАТРа, приведенным на рис.6—8) следует пользоваться пересчетной таблицей в зависимости от угла открытия тиристоров и реально измеренного времени отключения автоматического выключателя, отображаемых после цикла измерения в режиме «Результат».  $I_{реал} = I_{изм} \times K$ :

Пересчетный коэффициент К

Таблица 3

Время отключения	Угол открытия тиристоров									
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
0,04 с и более	1,51	1,43	1,36	1,30	1,23	1,18	1,12	1,06	1,03	1,00
0,03 с	1,45	1,39	1,33	1,27	1,21	1,16	1,11	1,07	1,03	1,01
0,02 с	1,39	1,34	1,29	1,24	1,19	1,15	1,11	1,07	1,04	1,01
0,01 с	1,28	1,25	1,21	1,18	1,15	1,13	1,10	1,07	1,05	1,03

**Комплектные испытательные устройства  
«Сатурн-М», «Сатурн-М1»  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

МОСКВА

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Раздел</b>	<b>стр.</b>
Введение	38
1 Анализ нормативно-технической документации и проведение ее метрологической экспертизы	38
2 Исследование метрологических характеристик	38
3 Условия проведения поверки	39
4 Операции поверки	39
5 Средства поверки	40
6 Проведение поверки	41
7 Оформление результатов поверки	44

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящая программа устанавливает объем, средства и методы поверки комплектных испытательных устройств «Сатурн-М», «Сатурн-М1» (в дальнейшем – устройств) предназначенных для проверки и настройки электро-механических и электронных реле тока и времени, применяемых в системе релейной защиты и автоматики распределительных сетей, агрегатов, генераторов и двигателей напряжением 0,4 и 6–35 кВ.

## **1 АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЕ ЕЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

### **1.1 Перечень документов**

Для проведения поверки должны быть представлены следующие документы:

- руководство по эксплуатации;
- протоколы предыдущих поверок (при очередной поверке).

### **1.2 Метрологическая экспертиза**

При проведении первичной поверки должна быть выполнена метрологическая экспертиза нормативно-технической документации согласно ГОСТ 8.009-84.

## **2 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

### **2.1 Общие требования**

Соотношение пределов допускаемых значений погрешности эталонного средства измерений и поверяемого блока должно быть не хуже, чем 1:3. Поверка проводится для нормальных условий эксплуатации с соблюдением времени установления рабочего режима.

### **2.2 Поверяемые точки**

Пределы основной погрешности измерения определяются в следующих точках диапазона измерений:  $X_1 = (0,1 - 0,15)X_k$ ;  $X_2 = (0,2 - 0,3)X_k$ ;  $X_3 = (0,4 - 0,6)X_k$ ;  $X_4 = (0,7 - 0,8)X_k$ ;  $X_5 = (0,9 - 1,1)X_k$ , где  $X_k$  – конечное значение диапазона измерений.

### **2.3 Расчет погрешности измерения**

Пределы допускаемых значений основной абсолютной погрешности измерения определяют по формуле:

$$\Delta = A_b - A_\varepsilon \quad (3-1)$$

где  $A_b$  – показания поверяемого блока;  
 $A_\varepsilon$  – показания эталонного средства измерений.

Пределы допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения определяют по формуле:

$$\delta = 100 \times (A_6 - A_3) / X_k \quad (3-2)$$

## 2.4 Характеристики, подлежащие определению

Таблица 1 Характеристики, подлежащие определению

Наименование метрологических характеристик	Диапазон	Пределы основной погрешности измерения
Диапазон измерения силы переменного тока с внутренним трансформатором тока, А	0,4—5 2—25 20—250 200—2500	8 % диапазона плюс 1 ед.
Диапазон измерения времени срабатывания проверяемого аппарата, с	0,01—99,99	(0,01×Т <sub>изм</sub> + 0,01).

Обозначение: Т<sub>изм</sub> – измеренное время.

## 3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха (20±5) °С;
- относительная влажность воздуха (75±5) %;
- атмосферное давление (750±30) мм рт.ст.
- напряжение питающей сети, В / частота, Гц 220±11/50±0,5;

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- представлены документы, подтверждающие проверку электрической безопасности в соответствии с ГОСТ Р 51350-99;
- проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75;
- проверяемый блок подключен в соответствии с руководством по эксплуатации;
- используемые при поверке средства измерения должны быть поверены и подготовлены к работе согласно руководствам по эксплуатации.

## 4 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняются операции, указанные в табл. 2.

Таблица 2 Операции поверки

Наименование операции	№ пункта	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	1	Да	Да
Опробование	2	Да	Да
Определение основной погрешности измерения силы тока	3	Да	Да
Определение основной погрешности измерения времени срабатывания и отпускания контактов	4	Да	Да

## 5 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

Таблица 3 Эталонные и вспомогательные средства поверки

Наименование	Требуемый диапазон	Требуемые класс точности, погрешность, разрешение	Рекомендуемый тип
1 Амперметр переменного тока	0 — 5 А 0 — 25 А 0 — 50 А 0 — 100 А	1,5 %	Измерительный комплект К540 с трансформаторами тока МФ0200, И523
2 Вольтметр переменного тока	0 — 250 В	1,5 %	
3 Трансформатор тока	3000/5	0,5 %	И523
4 Трансформатор тока	200/5 (300/5)	0,5 %	МФ0200
5 Нагрузочный трансформатор	Вторичный ток 2500 А		
6 Резистор	100 Ом /150 Вт	$\pm 10$ %	С5-35
7 Частотомер	48 ÷ 51 Гц	0,1 %	ЧЗ-57
8 Термометр ртутный	0 ÷ 50° С	$\pm 1$ ° С	ТД-4
9 Барометр	80 ÷ 106 кПа	$\pm 200$ Па	БАММ -1
10 Психрометр	10 ÷ 100 %	1 %	М34
11 Секундомер	1 с ÷ 8 ч	0,1 с	СОП пр-2а-3
12 Электросекундомер	2 мс ÷ 100 с	0,3 % измеряемого значения	ЭМС-54
13 Лабораторный автотрансформатор регулируемый	187 — 242 В 5 А	3 %	ЛАТР-1

**Примечание:** Вместо указанных в табл. 3 эталонных и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверяется маркировка и наличие необходимых надписей на наружных панелях блока, а также комплектность поставки. Проверяется отсутствие механических повреждений, способных повлиять на его работоспособность.

### 6.2 Опробование

#### 6.2.1 Подготовительные операции:

- разместить измерительные приборы на удобном для проведения работ месте;
- соединить проводом заземляющие клеммы;
- для опробования в режиме измерения силы тока собрать схему рис.1, отличающуюся от схемы проверки автоматических выключателей с нагрузочным трансформатором и останом секундомера от резервных контактов АВ2 при использовании встроенного трансформаторов тока (рис.8 основного текста) включением в измерительную цепь устройства «Сатурн-М» эталонного амперметра ЭА;
- тумблер «Останов» должен быть в положении «Внешн.»
- включить приборы и вспомогательное оборудование и дать им прогреться.

#### 6.2.2 Проверка работы в режиме измерения силы тока.

- Производится в ручном режиме при длительности подачи тока 5...10 с и разной степени открытия тиристоров.
- Рекомендуемые значения токов, для которых должна проводиться проверка для разных диапазонов измерения, представлена в таблице 4 (показания эталонного прибора). Относительная погрешность измерения силы тока не должна иметь грубых ошибок, превышающих  $\pm 50\%$ .

Таблица 4 Опробование в режиме измерения силы тока

Режим измерения	Показания эталонного прибора
на пределе $0,4 \div 5$ А	0,5; 4,5
на пределе $2 \div 25$ А	3; 20
на пределе $20 \div 250$ А	30; 200
на пределе $200 \div 2500$ А	300; 2000

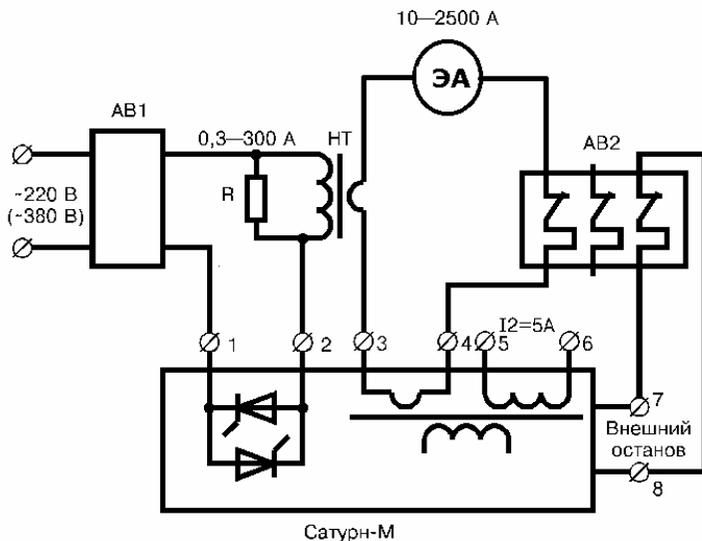


Рис.1 Схема соединения приборов при контроле измерения силы тока

### 6.2.3 Проверка работы в режиме измерения времени

Для опробования в режиме измерения времени собрать схему рис.2. Погрешность измерения времени проверяется при длительности 60 с по эталонному секундомеру. Разница показаний не должна превышать  $\pm 3$  с.

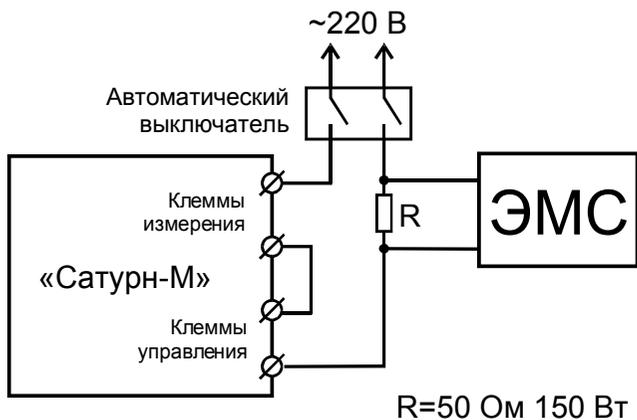


Рис.2 Схема соединения приборов при контроле измерения времени

Установить режим устройства «Ручной», задать время протекания тока 10 с и остановить секундомер размыканием внешнего автоматического выключателя. Провести измерение времени переключения и снять показания с устройства и эталонного прибора. Результаты опробования считаются удовлетворительными, если отсутствуют указанные грубые отклонения показаний. В противном случае устройство бракуется.

### 6.3 Определение основной погрешности измерения силы тока

Соберите схему согласно рис.1, выполните подготовительные операции согласно требованиям п.6.2.1.

Установите значения в соответствии с табл. 5, снимите показания эталонного амперметра и устройства.

Таблица 5 Погрешности измерения силы переменного тока

предел 0,4—5 А					
Эталонный амперметр, А	1	2,5	5	7,5	10
Устройство, А					
Погрешность, %					
предел 2—25 А					
Эталонный амперметр, А	2	5	10	15	25
Устройство, А					
Погрешность, %					
предел 20—250 А					
Эталонный амперметр, А	20	50	100	150	250
Устройство, А					
Погрешность, %					
предел 200—2500А					
Эталонный амперметр, А	200	500	1000	1500	2500
Устройство, А					
Погрешность, %					

Результат проверки удовлетворителен, если в указанных поверяемых точках погрешность, рассчитанная по формуле (3-2), не превышает 8 %.

### 6.4 Определение основной погрешности измерения времени срабатывания и отпускания контактов

Соберите схему рис. 2 и выполните подготовительные операции по п.6.2.1.

Установите режим «Ручной» и длительность протекания тока 10 с. Задайте 100% открытие тиристоров и нажмите кнопку «Пуск». При этом запустится электросекундомер ЭМС. Ориентируясь на его показания, в соответствии с Треком табл. 6, переключите внешний автоматический выключатель (рис.2).

Снимите показания эталонного электронного секундомера Тэт и устройства Тизм. Для малых времен (два первых столбца таблицы) задайте длительность протекания тока в соответствии с Треком, а для 100 с — задайте время 99,99 с. При этом автоматический выключатель можно не отключать.

Таблица 6 Погрешности измерения времени срабатывания и отпускания контактов

Трекомендуемое	0,01	0,1	1	10	100
Допустимая погрешность	0,01	0,01	0,02	0,1	1
Тэт					
Тизм					
Погрешность					

Результат поверки удовлетворителен, если погрешность не превышает значения, указанные во второй строке табл.1.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах первичной поверки на корпус устройства наносится оттиск поверительного клейма, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке.

При положительных результатах периодической поверки на корпус устройства наносится оттиск поверительного клейма и выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Межповерочный интервал – 1 год.