



Динамика

научно-производственное предприятие



РЕТОМ™ -51

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ**



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ БРГА.441323.031 РЭ

г.Чебоксары

Содержание

1 Введение	5
2 Назначение	5
3 Меры безопасности	6
4 Состав	8
5 Технические данные	11
6 Технические требования к персональному компьютеру	15
7 Структура и принцип работы комплекса	15
8 Назначение элементов управления устройства РЕТОМ-51	17
8.1 Каналы тока	18
8.2 Каналы напряжения	19
8.3 Дискретные входы	20
8.4 Дискретные выходы	21
8.5 Аналоговые входы	23
8.6 Совместная работа нескольких устройств	23
8.7 Клемма заземления	23
8.8 Индикатор «ГОТОВНОСТЬ», порт Ethernet, кнопка «Ассоциация»	23
9 Схемы подключения	24
9.1 Типовая схема включения	24
9.2 Включение в однофазных режимах	24
10 Работа с устройством РЕТОМ-51	25
11 Правила эксплуатации	26
12 Обработка аварий РЕТОМ-51	27
12.1 Обработка аварий каналов тока	27
12.2 Обработка короткого замыкания или перегрузки в канале напряжения	28
12.3 Обработка аварий каналов тока и напряжения при подключении к нагрузке, находящейся под внешним напряжением	28
12.4 Обработка аварий каналов тока и напряжения при перегреве	28
12.5 Обработка информации об отсутствии заземления	28
13 Работа РЕТОМ-51 с блоком преобразователя тока РЕТ-10	29
13.1 Общие сведения	29
13.2 Основные технические данные и характеристики	30
13.3 Работа с блоком РЕТ-10	31
14 Работа РЕТОМ-51 с блоком преобразователя напряжения РЕТ-ТН	33
14.1 Общие сведения	33
14.2 Основные технические данные и характеристики	34
14.3 Работа с блоком РЕТ-ТН	35
15 Блок расширения входов/выходов РЕТ-64/32	36
15.1 Общие сведения	36
15.2 Основные технические данные и характеристики	36
15.3 Работа с блоком РЕТ-64/32	37
16 Блок временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS	40
16.1 Общие сведения	40
16.2 Основные технические данные и характеристики	40
16.3 Работа с блоком РЕТ-GPS	42
18 Поверка комплекса	46
19 Возможные неисправности и способы их устранения	46
20 Правила хранения и транспортирования	46
21 Сведения об утилизации	46
Приложение А. Комплект аксессуаров КА-51	47
Приложение Б. Специализированные программы	50

1 Введение

Благодарим вас за выбор нашего оборудования!

Надежность работы устройств релейной защиты во многом определяется качеством проверки их характеристик как в условиях эксплуатации на энергообъектах, так и при наладочных работах. Такие проверки проводятся регулярно с использованием специальных приборов, генерирующих токи и напряжения, необходимые для функционирования устройств релейной защиты и автоматики (РЗА). Проверка релейных устройств в энергосистемах требует значительных затрат и высокой квалификации персонала.

Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-51 – система, в которой соединились многолетний опыт нашего предприятия в разработке и изготовлении современных компьютерных тестовых систем и рекомендации наших потребителей. Комплекс позволяет автоматизировать проведение проверок устройств РЗА, что повышает надежность работы этого оборудования.

2 Назначение

Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-51 (далее – комплекс) предназначен для измерения напряжения постоянного и переменного тока, интервалов времени, а также воспроизведения напряжения и силы переменного и постоянного тока, частоты и времени.

Комплекс применяется в качестве калибраторов напряжения и силы переменного тока, для проверки характеристик срабатывания и параметров настройки электромеханических, полупроводниковых, микропроцессорных реле и панелей РЗА при первичной наладке, периодической проверке во время эксплуатации и после аварийной диагностики устройств релейной защиты на электроэнергетических объектах в различных отраслях промышленности.

Комплекс состоит из устройства РЕТОМ-51 (далее – устройство), программного обеспечения и возможно, дополнительных устройств и блоков, которые используются для расширения функциональных возможностей устройства.

Комплекс имеет следующие функциональные возможности:

- Имеет три канала тока и четыре канала напряжения не зависимо управляемые по модулю, фазе и частоте, 16-и канальный дискретный и 2-х канальный аналоговый анализатор, 8-ми канальный дискретный коммутатор;
- Генерирует трехфазную систему тока и напряжения и с $3I_0$ и $3U_0$, что позволяет в ручном и автоматическом режиме проверять характеристики устройств РЗА при имитации различного вида аварий и других аномальных режимах энергосистем (качаниях, асинхронном ходе и т.д.);
- Выполняет поиск как статических параметров срабатывания защиты при плавном изменении входных параметров, так и динамических, - при скачкообразном изменении сигналов;
- С помощью дискретных сигналов имитирует различные режимы работы внешних элементов схемы защиты, создавая корректные условия проверки различных ее функций;
- Принимает и обрабатывает поступающие дискретную и аналоговую информацию, контролируя реакцию защиты на текущее воздействие;
- Встроенный секундомер производит измерения всех видов временных характеристик защиты и задает интервалы работы дискретных выходов;
- Встроенный источник постоянного напряжения позволяет выполнить проверки защиты при различных уровнях питающего напряжения;
- Осциллографирует выдаваемые и внешние аналоговые сигналы, сопоставляя их с данными регистратора дискретных сигналов, что позволяет легко проанализировать работу защиты;
- Выполняет измерения величины постоянного и переменного напряжения, постоянного и переменного тока (с помощью клещей), основную частоту и спектральный состав сигнала, фазовый угол между двумя сигналами и т.д.;
- Большой набор программных модулей позволяет в ручном и автоматическом режиме оценивать правильность работы защитных функций и точность уставок срабатывания всех видов устройств защиты и создавать протоколы их испытаний. Программы позволяют наблюдать на экране

компьютера весь ход проверки, анализировать промежуточные результаты и, в необходимых случаях, корректировать условия проверки;

- Совместно с устройством РЕТОМ-61850 комплекс позволяет, в соответствии с МЭК 61850, обмениваться с проверяемой защитой логическими сигналами в реальном времени с помощью большого количества GOOSE-сообщений, подавать в ETHERNET-канал и принимать из него цифровые данные в виде нескольких SV-потоков;
- Совместно с блоком РЕТ-ТН в комплексе создаются дополнительно еще три полноценных напряжения разомкнутого треугольника «НИФК». В этом режиме четвертый источник устройства может использоваться для имитации другого напряжения: сигнала от генератора, шины или параллельной линии и т.д.;
- Совместно с блоком РЕТ-10 токовый канал имеет широкий диапазон по току, от 0,1мА до 180А, и может работать со всеми возможными в РЗА токовыми нагрузками, при этом сохраняется высокая точность воспроизведения тока. Один блок работает с одним токовым каналом;
- Совместно с блоком РЕТ-64/32 общее количество дискретных входов и выходов увеличивается соответственно до 80 и 40. Это позволяет охватить полноценным контролем проверяемые устройства любой сложности;
- С помощью блока РЕТ-GPS создается диагностическая система, состоящая из 2-х и более комплексов расположенных по концам линии, которые работают одновременно и абсолютно синхронно, что очень важно при проверке устройств защит типа ДФЗ-201.

3 Меры безопасности

При эксплуатации комплекса должны соблюдаться правила, изложенные в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» в соответствии с конкретной задачей и местом выполнения работ. Не забывайте об опасности высокого напряжения и тока, с которыми связано данное оборудование. Обращайте внимание на информацию в руководствах по эксплуатации и пользователя. Следование инструкциям, приведенным в данных руководствах, также является частью следования правилам техники безопасности.

Комплекс должен использоваться только в технически исправном состоянии.

Эксплуатировать комплекс разрешается только имеющим допуск квалифицированным сотрудникам. Правильно распределите обязанности! Персонал, проходящий обучение, инструктаж или практику на комплексе, при выполнении работ должен находиться под постоянным надзором опытного оператора.

При работе в условиях, отличных от лабораторных, используйте комплекс только при надежном соединении с землей. Используйте точку заземления, расположенную как можно ближе к проверяемому объекту. Необходимо обратить внимание на заземление еще до начала работ, так как после сборки схемы сигнал проверки земли может поступить от проверяемой аппаратуры, что не правильно, так как не в состоянии обеспечить безопасность оператора.

При наличии проблемы с подсоединенным защитным заземлением или если источник сетевого электропитания не имеет гальванического подсоединения к заземлению, устройство при включении программного рубильника в нижней левой части рабочего окна программы отобразит сообщение « $\perp = 0$ ». Если проигнорировать это сообщение, вы сможете продолжать использовать устройство, но безопасность не будет гарантирована, так как на корпусе и клеммах устройства будет присутствовать напряжение 110 В от сетевого фильтра. Если вы решаете работать без надлежащего защитного заземления, то подвергаетесь смертельной опасности поражения электрическим током и создаете угрозу вывода устройства из строя.

Питание устройства должно осуществляться от сети 220 В по трехпроводной схеме, где третий провод «земля» (РЕ). Возможно использование двухпроводной схемы, «фаза–ноль» или «фаза–фаза» (например, на тяговых железнодорожных подстанциях), при напряжении не более 240 В, но в этом случае необходимо выполнить заземление внешним проводником с помощью внешней клеммы устройства. Для этого используется входящий в комплект поставки кабель заземления. Этот кабель можно использовать для выравнивания потенциала между устройством и проверяемым объектом, если последний подключен к другому заземлению.

При максимальной мощности в длительном режиме устройство потребляет ток до 16 А. Во время работы в импульсном режиме возможно кратковременное (на 40-100 мс) увеличение тока до 20 А и более. Питающая сеть должна обеспечить этот ток, в особенности это касается сечения проводов используемых в удлинителях.

При замене плавких предохранителей выключите устройство и отсоедините шнур питания. Отсоедините проверяемый объект. Определите местонахождение перегоревшего предохранителя и замените его. Заменяйте только предохранителем такого же типа.


Запрещается подсоединять и отсоединять проверяемый объект при включенных выходах. На них может присутствовать смертельно опасное напряжение. Все переключения и коммутации необходимо проводить при выключенном программном рубильнике.

Убедитесь в том, что клеммы проверяемого объекта, которые должны быть подсоединены к токовым или напряженческим выходам устройства, не находятся под напряжением. Во время проведения работ комплекс должен быть единственным допустимым источником тока и напряжения для проверяемого объекта. Клеммы дискретных сигналов могут находиться под напряжением, но не более 300 В.

При возникновении подозрения на неправильное функционирование комплекса свяжитесь с отделом сервисного обслуживания НПП «Динамика» (телефон сервисной службы: (8352) 325-300; круглосуточная служба поддержки: +7 917 650 03 92).

ВНИМАНИЕ!

Перед работой убедитесь, что вентиляционные отверстия, переключатель электропитания и сетевая вилка устройства ничем не закрыты.

Свечение красных символов «», расположенных на передней панели устройства означает, что на выходных клеммах имеется или возможно появление опасного для жизни напряжения. В этом режиме работы запрещается подсоединять и отсоединять испытываемый объект. Все переключения и коммутации необходимо проводить при выключенном программном рубильнике.

Внутри устройства напряжение может достигать 400 В! Поэтому запрещается вставлять какие-либо предметы (например, куски провода, отвертки и т.п.) в вентиляционные отверстия.

Запрещается эксплуатация устройства с поврежденным корпусом.

Во избежание конденсата не эксплуатируйте устройство в сырых или влажных условиях. После мороза устройство (в сумке) необходимо выдержать не менее 2-х часов в помещении.

Проверочное устройство может эксплуатироваться в вертикальном положении, при этом необходимо обеспечить его устойчивое положение.

4 Состав

4.1 Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-51 включает в себя:

- устройство РЕТОМ-51;
- стандартное программное обеспечение (ПО):
 - *Ручное управление независимыми источниками тока и напряжения (цифровой мультиметр и двулучевой осциллограф);*
 - *Автоматическая проверка реле тока;*
 - *Автоматическая проверка реле напряжения;*
 - *Автоматическая проверка дистанционной защиты и реле сопротивления;*
 - *Автоматическая проверка реле направления мощности;*
 - *Автоматическая проверка реле частоты;*
 - *RL-модель энергосистемы;*
 - *Программа для воспроизведения аварийного процесса, записанного в COMTRADE-формате;*
 - *Сумма гармоник (задание сигналов произвольной формы);*
 - *Специальный язык разработки проверочных программ РЕТОМ-мастер;*
 - *Программа создания произвольного набора тестов для проверки устройств РЗА «Генератор тестов»;*
 - *Секундомер-регистратор;*
 - *Программа проверки защит с использованием R10-данных;*
 - *Универсальная программа проверки защит на базе XR10-файла.*

4.2 В комплект поставки комплекса входят (см. рисунок 4.1):

- устройство РЕТОМ-51;
- диск с ПО;
- комплект запасных частей и принадлежностей (см. Приложение А) согласно ведомости ЗИП;
- руководство по эксплуатации;
- руководство пользователя;
- методика поверки;
- паспорт;
- упаковочный лист.

По желанию заказчика в комплект поставки могут быть включены (см. рисунок 4.2):

- блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10;
- блок трехфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН;
- блок расширения входов/выходов РЕТ-64/32;
- блок временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS;
- устройство РЕТОМ-61850;
- компьютер;
- принтер;
- специализированные программы (см. Приложение Б);
- чемодан повышенной прочности для транспортировки.



Рисунок 4.1 – Состав комплекса

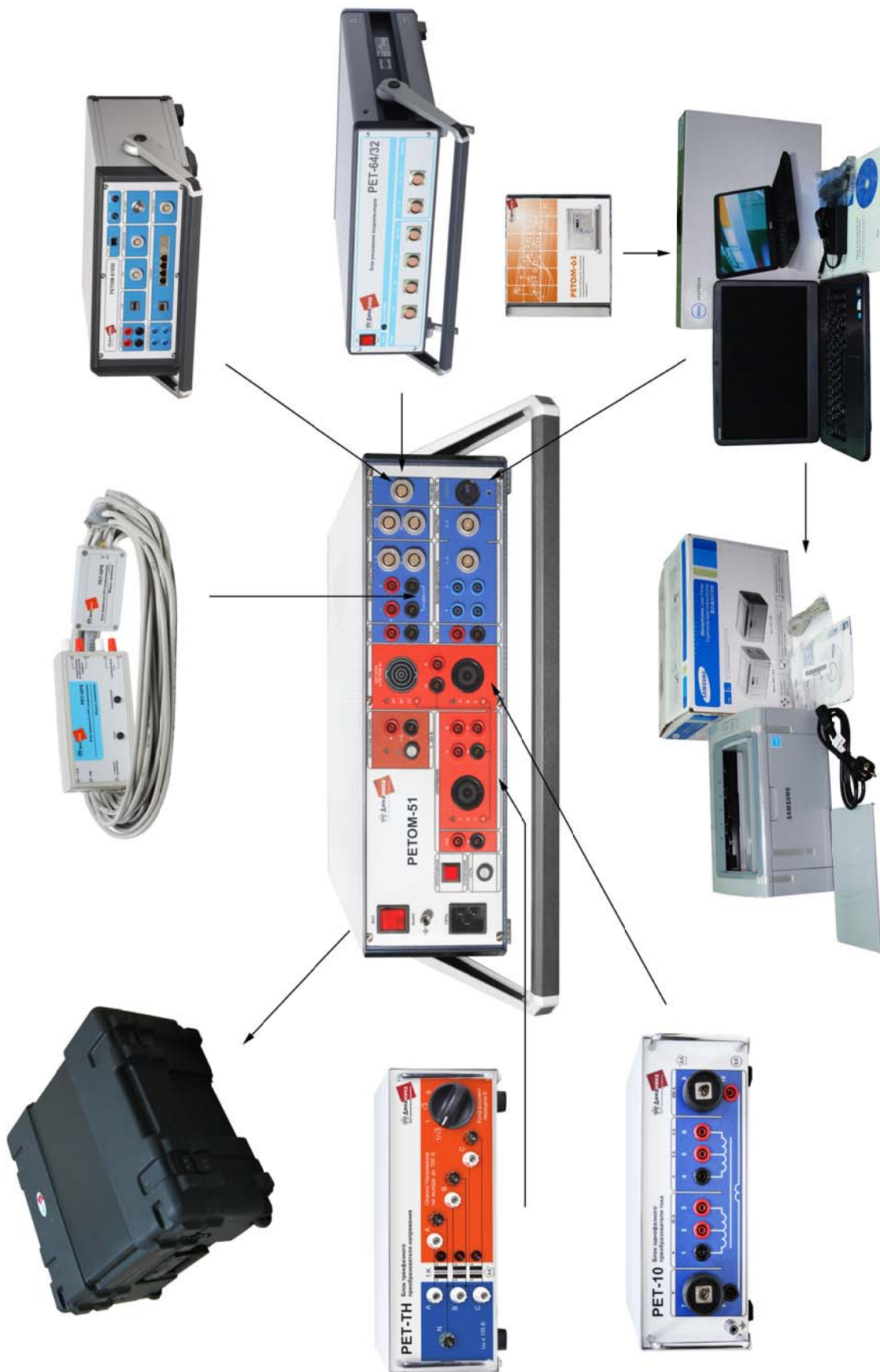


Рисунок 4.2 – Расширенный состав комплекса

5 Технические данные

Основные технические данные и характеристики приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

ИСТОЧНИКИ ТОКА	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Количество источников, шт.	3
Диапазон воспроизведения силы переменного тока одного источника (действующее значение), А	от 0,010 до 36
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока (три источника параллельно), А	от 0,030 до 30
Минимальный шаг изменения силы тока, мА	1,0
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока в диапазоне частот от 45 до 65 Гц, А	$\pm(0,004x + 0,00004X_k)$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока (три источника параллельно), А	$\pm(0,005x + 0,0001X_k)$
Максимальный ток канала при разных режимах работы источников, А <ul style="list-style-type: none"> • в трехфазном режиме • в однофазном режиме (три источника параллельно), не менее * 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">36</div> <div>100</div> </div>
Максимальное выходное напряжение (амплитудное значение), В, не менее	34
Максимальная выходная мощность одного источника, В·А, не менее	700,0
Суммарная максимальная мощность всех источников, В·А, не менее	1400,0
Коэффициент пульсаций постоянного тока, % от выходного значения, не более	0,1
Защита выходной цепи каждого источника от: <ul style="list-style-type: none"> - обрыва в цепи нагрузки - перегрузки - внешнего напряжения - искажения формы сигнала 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">+</div> <div style="margin-bottom: 5px;">+</div> <div style="margin-bottom: 5px;">+</div> <div>+</div> </div>
Уровень срабатывания защиты от перегрузки, В (действительное значение)	22
Время срабатывания тепловой защиты источников тока: <ul style="list-style-type: none"> - при максимальной выходной мощности источника из холодного состояния 20 °С, мин, не менее - при выходной мощности источника в размере 10 % от максимальной выходной мощности 	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">10</div> <div>длительно</div> </div>
<p><i>Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения силы переменного и постоянного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды, – не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С от нормальной температуры (20 ± 5) °С</i></p> <p><i>* Погрешность в указанных режимах определяется как корень квадратный из суммы квадратов погрешностей каждого используемого канала.</i></p> <p><i>Примечание – В формулах абсолютной погрешности приняты следующие обозначения:</i> <i>X_к - конечное значение диапазона изменения соответствующей величины (верхний предел);</i> <i>x - измеренное значение соответствующей величины.</i></p>	
ИСТОЧНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Количество источников, шт.	4 независимых (включая один с изолированной нейтралью)
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока одного источника (действующее значение), В	от 0,03 до 135
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока (два источника последовательно), В	от 0,06 до 380
Минимальный шаг изменения напряжения, мВ	10
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 45 до 65 Гц, В	$\pm(0,004x + 0,00004X_k)$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока (два источника последовательно), В	$\pm(0,004x + 0,00004X_k)$
Максимальная выходная мощность источника (при $U_{\text{вых}} \geq 60$ В), В·А, не менее	80

Максимальное напряжение при разных режимах работы источников, В - в трехфазном режиме - в однофазном режиме (2 источника соединены последовательно) * - в однофазном режиме высокого напряжения (3 источника соединены последовательно) *	135,00 270,00 405,00
Максимальная выходная мощность в режиме постоянного тока при 380 В, Вт, не менее	80
Коэффициент пульсаций напряжения постоянного тока, % от выходного значения, не более	0,1
Защита выходной цепи каждого источника от: - от короткого замыкания в цепи нагрузки - перегрузки - внешнего напряжения - искажения формы сигнала	+ + + +
Уровень срабатывания защиты от короткого замыкания, А: - при действующем значении выходного напряжения менее 60 В - при действующем значении выходного напряжения от 60 до 135 В	1,0 0,6
Время срабатывания тепловой защиты источников: - при максимальной выходной мощности из холодного состояния 20 °С, мин, не менее - при выходной мощности источника в размере 20 % от максимальной выходной мощности	10 длительно
<i>Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения напряжения переменного и постоянного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды, – не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С от нормальной температуры (20 ± 5) °С</i>	
<i>* Погрешность в указанных режимах определяется как корень квадратный из суммы квадратов погрешностей каждого используемого канала.</i>	
<i>Примечание – В формулах абсолютной погрешности приняты следующие обозначения: X_k - конечное значение диапазона изменения соответствующей величины (верхний предел); x - измеренное значение соответствующей величины.</i>	
ИСТОЧНИКИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Диапазон частот воспроизводимых сигналов тока, Гц	от 1 до 1000
Диапазон частот воспроизводимых сигналов напряжения, Гц	от 1 до 2100
Минимальный шаг изменения частоты, Гц	0,001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты, Гц, в диапазоне частот от 45 до 65 Гц	± 0,0002
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты, Гц, в диапазонах частот от 1 до 45 Гц и от 65 до 2100 Гц **	± 0,01
Диапазон установки угла фазового сдвига синусоидального сигнала на промышленной частоте 50 Гц, градус	от 0 до 359,999
Минимальный шаг изменения угла фазового сдвига, градус	0,001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки угла фазового сдвига синусоидального сигнала (в диапазоне частот от 45 до 65 Гц), градус	± 0,3
<i>** При частоте выходного сигнала более 250 Гц максимальное значение выходного сигнала уменьшается.</i>	
ИСТОЧНИК НАПРЯЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА (оперативного питания)	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от 130 до 264
Максимальный выходной ток, А, не менее	1,25
Максимальная выходная мощность, Вт, не менее	300
Коэффициент пульсаций напряжения постоянного тока, при выходном напряжении 220 В и максимальной выходной мощности, %, не более	0,5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, %	± 1
Задержка включения источника, с, не более	2
Защита выходной цепи от: - короткого замыкания - перегрузки - внешнего напряжения	+ + +
<i>Пределы допускаемой дополнительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды, – не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °С от нормальной температуры (20 ± 5) °С</i>	

МИЛЛИСЕКУНДОМЕР		
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>	
Диапазон измерения интервалов времени, с	от 0,0010 до 99999	
Разрешающая способность, мс	0,1	
Минимальное значение измерения интервала времени, мс	1,0	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервалов времени, мс в диапазоне 1-100 мс с применением РЕТ-64/32	$\pm (0,001x+0,3)$ $\pm 1,0$	
Возможность измерения временных параметров:		
- время срабатывания	+	
- время возврата	+	
- длительность замкнутого (разомкнутого) состояния	+	
- одновременность срабатывания и отпускания контактов	+	
- длительность дребезга контактов	+	
АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ		
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>	
Количество, шт.	2	
Номинальная частота сигнала, Гц	50	
Диапазоны измерения напряжения постоянного и переменного тока, В	0,5 – 5; 5 – 500	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока, В	$\pm(0,005x + 0,0001X_k)$	
Перегрузочная способность входов, % от верхнего предела измерения	130	
Входное сопротивление встроенного вольтметра, кОм, не менее	1000	
Дополнительные функциональные возможности:		
- измерение тока, с помощью токовых клещей	+	
- измерение частоты	+	
- измерение угла фазового сдвига между двумя сигналами	+	
- осциллографирование	+	
- вычисление спектра сигнала	+	
<i>Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока, обусловленной изменением температуры окружающей среды, – не более 0,5 предела основной погрешности на каждые 10 °Сот нормальной температуры (20 ± 5) °С</i>		
<i>Примечание – В формулах абсолютной погрешности приняты следующие обозначения: X_k - конечное значение диапазона изменения соответствующей величины (верхний предел); x - измеренное значение соответствующей величины</i>		
ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ		
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>	
Количество, шт.	16	
Тип	«сухой контакт», транзисторный ключ, ТТЛ 15 В	
Максимальное напряжение постоянного тока на входе, В, не более	300	
Время неопределенности считывания состояния входа, мс	0,1	
Разрешающая способность определения изменения состояния входа, мс, не более	0,2	
Диапазон регулировки антидребезговой задержки, мс	1,0 – 10	
Первоначальный бросок тока, мА, не менее	30	
ДИСКРЕТНЫЕ ВЫХОДЫ		
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>	
Количество, шт.	4	4
Тип	Транзистор	Реле
Коммутационная способность при активной нагрузке:		
- сила постоянного тока, А	0,14	5
- напряжение постоянного тока, В	400	250
- сила переменного тока, А	0,14	5
- напряжение переменного тока, В	400	250
Длительно допустимый постоянный ток, А	0,14	10
Собственное время работы дискретного выхода на замыкание, мс, не более	0,5	20***
Собственное время работы дискретного выхода на размыкание, мс, не более	0,5	20***
<i>*** В устройстве применен программный метод учета собственного времени работы реле, это позволяет иметь погрешность времени управления реле не более $\pm 0,5$ мс (из-за собственного разброса работы реле).</i>		

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Воспроизведение токов и напряжений по записанным осциллограммам: - формат записи - максимальная длительность воспроизводимой осциллограммы, с, не менее - точность воспроизведения дискретных сигналов, мс, не более - частота дискретизации воспроизводимых аналоговых сигналов	COMTRADE 10 1,0 не менее 32 точек на период
Соединение синхронизируемых устройств: - в одном помещении, с применением кабеля синхронизации - на смежных помещениях, с применением блока PЕT-GPS	до 9 устройств нет ограничений
Точность синхронизации взаимодействия двух устройств, мс, не более	1,0
Порт связи с управляющим устройством (ПК)	Ethernet
Режимы управления источниками	ручной, автоматический, программируемый
Испытательное напряжение**** изоляции цепей питания относительно корпуса устройства, В	1500
Испытательное напряжение**** изоляции токоведущих частей (кроме аналоговых входов) относительно корпуса/цепей питания, В	1500
Испытательное напряжение**** изоляции гальванически изолированных источников относительно других групп, В	1500
Испытательное напряжение**** изоляции аналоговых входов относительно корпуса/цепей питания, В	2200
Испытательное напряжение изоляции дискретных входов относительно друг друга, В	500
Масса устройства, кг, не более	19
Габаритные размеры устройства (без ручки) Ш×В×Г, мм, не более	450 × 150 × 475
Габаритные размеры устройства (с ручкой) Ш×В×Г, мм, не более	510 × 180 × 475
**** Переменное напряжение, частота 50 Гц.	

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °С	от 1 до 40
Температура нормальных условий, °С	20 ± 5
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °С	от 5 до 40
Диапазон температур окружающей среды при транспортировке, °С	от -50 до +50
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90	M23
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP20
Питание устройства: - однофазная сеть, В - частота питающей сети, Гц - потребляемая мощность, В·А, не более	220 – 22 (+ 44) 48-51 3800

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Средний срок службы, лет, не менее	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	3

6 Технические требования к персональному компьютеру

Устройство РЕТОМ-51 работает под управлением компьютера с операционной системой WINDOWS XP и выше со следующими минимальными параметрами:

- процессор:
 - 1) одноядерный с частотой не менее 2 ГГц (Intel Celeron M450, AMD Turion 64 МК36);
 - 2) двухядерный с частотой не менее 1,6 ГГц (Intel Core 2 Duo T5500, AMD Turion 64 X2 TL-52);
- ОЗУ не менее 1024 Мб для работы в Windows XP, и не менее 2048 Мб для работы в Windows Vista, Windows 7 и Windows 8;
- дисплей SVGA с разрешением не менее 1024x768;
- стандартная клавиатура и координатное устройство типа Mouse;
- порт ETHERNET;
- наличие привода CD-ROM для установки программного обеспечения (ПО);
- наличие свободного места на жестком диске не менее 300 Мб (для ПО);
- для специальных программ требуется Internet Explorer версия 6.0 и выше;
- требования безопасности должны удовлетворять ТСО-95.

7 Структура и принцип работы комплекса

Структура комплекса представлена на рисунке 7.1

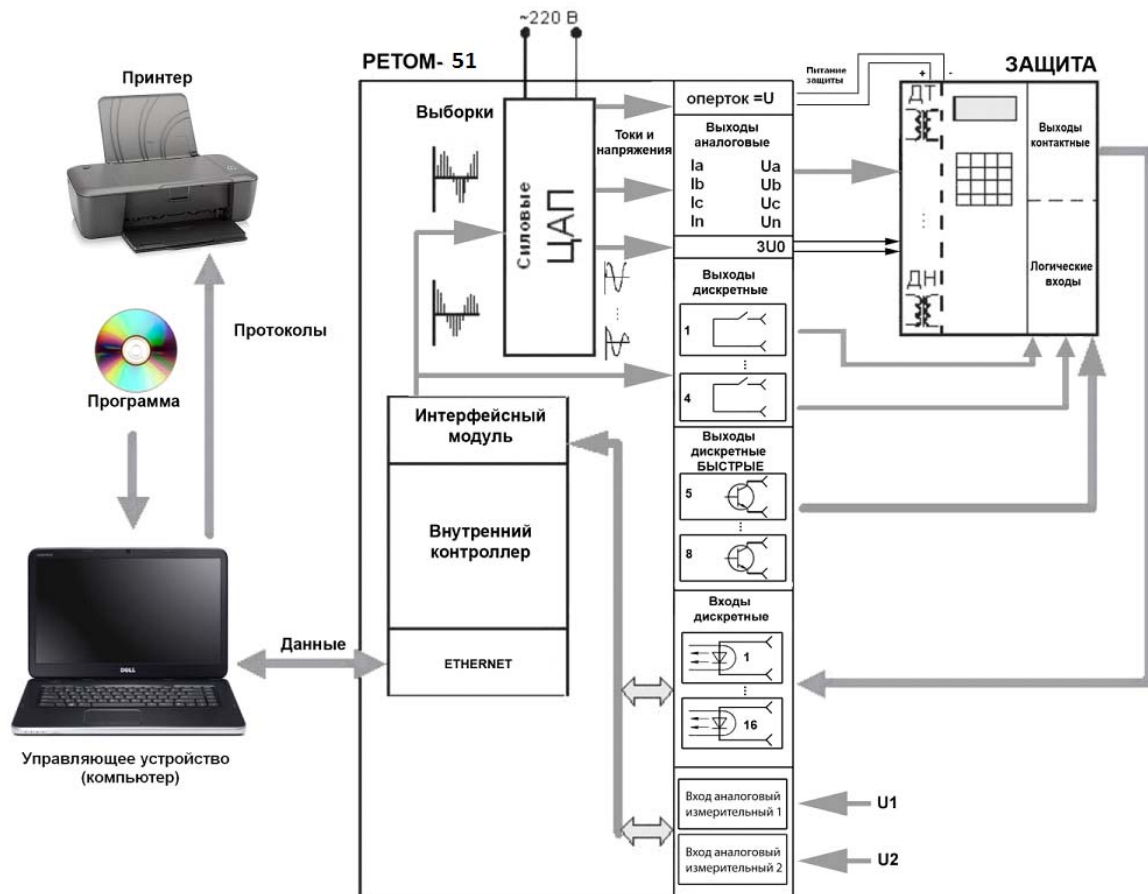


Рисунок 7.1 – Структура комплекса РЕТОМ-51

Пользователь управляет комплексом с помощью специальной программы поставляемой вместе с устройством. Программа позволяет задавать различные режимы работы, в том числе и автоматический поиск параметров срабатывания реле. Эта программа обрабатывает заданные пользователем условия работы и передает всю необходимую информацию во внутренний контроллер устройства РЕТОМ-51. Связь с устройством осуществляется через Ethernet канал.

Внутренний контроллер устройства РЕТОМ-51, по полученной информации рассчитывает массивы цифровых выборок для тока и напряжения в течение одной четверти периода. Эти данные размещаются в центральной программируемой логической схеме (ПЛИС). На каждом цифро-аналоговом преобразователе (ЦАП) имеется своя ПЛИС, куда с помощью интерфейсного модуля передаются данные с центральной ПЛИС. Это повышает синхронизацию работы ЦАП и уменьшает внутренние временные задержки. Цифро-аналоговые преобразователи вместе с усилителями представляют собой силовые ЦАПы для формирования соответствующего аналогового сигнала, тока или напряжения. Готовый сигнал, выхода усилителя, через коммутационное реле, подается на выходной разъем или клемму устройства: I_A , I_B , I_C , U_A , U_B , U_C , $3U_0$ и $=U_{от}$. С помощью специальных кабелей эти сигналы подаются на измерительные входы проверяемой защиты, датчики тока и напряжения.

Все силовые ЦАПы работают по калибраторному принципу, т.е. что задано на выходе, то и присутствует на выходе, а если по какой либо причине сигнал не соответствует, то выдается информация об аварии. Это сделано по причине имитации быстропротекающих аварийных процессов, когда нет времени для высокоточного измерения и коррекции. Сами силовые ЦАПы обладают высокой точностью во всем диапазоне работы и их корректировать нет смысла.

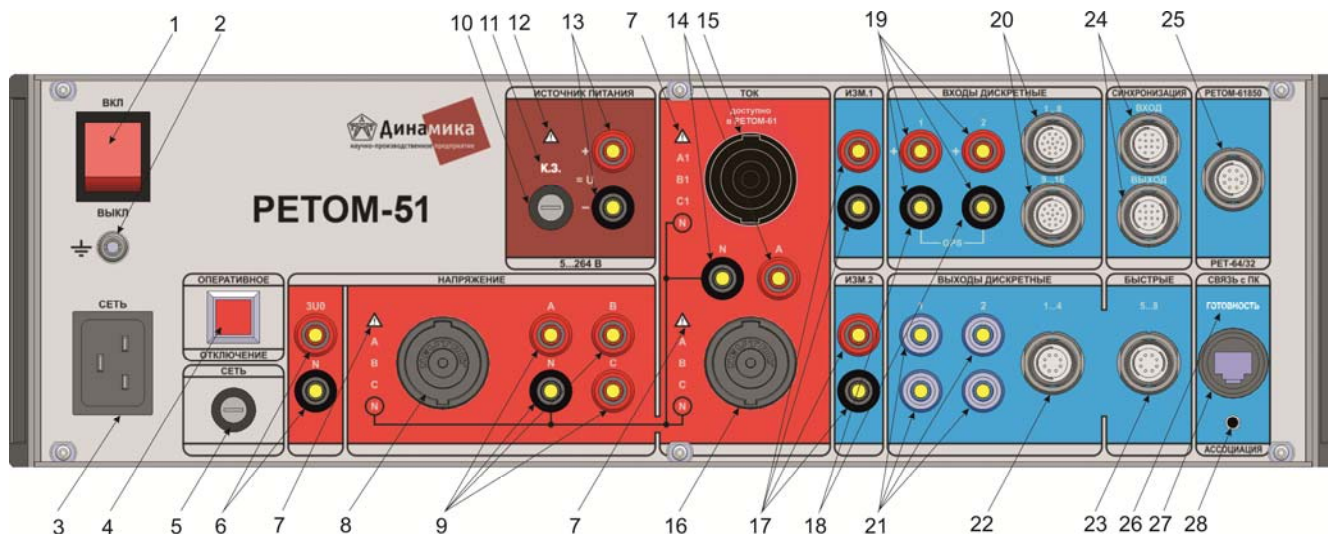
Внутренний контроллер периодически, раз в 0,1 мкс, проверяет состояние всех 16-и дискретных входов дискретного анализатора, тем самым ведется контроль состояния проверяемого устройства защиты. Он синхронизирует все данные с реальным временем, выполняет первичную обработку и передает информацию в управляющий компьютер.

Для создания определенных условий работы проверяемой защиты контроллер управляет дискретными выходами, имитируя работу различных сигналов. Например, ускорение АУ, РПО и РПВ, разные блокировки и т.п. В устройстве имеются два типа дискретного выхода: реле и транзистор. Последние предназначены для подачи сигнала с минимальными временными задержками, но они могут коммутировать только небольшой ток.

В устройстве имеются разные алгоритмы обработки данных и реакции на происходящие события. Например, при появлении изменения на заранее заданном контрольном входе, т.е. фиксируется факт срабатывания проверяемой защиты, выполняется отключение выходных сигналов и переход программы в режим пауза. Текущие параметры являются параметрами срабатывания, они обрабатываются и записываются в протокол. При этом программа продолжает работу, но уже при других условиях. В другом случае программа останавливает процесс и предоставляет информацию оператору для принятия решения.

8 Назначение элементов управления устройства РЕТОМ-51

Все операции по подключению проверяемого устройства РЗА к устройству РЕТОМ-51 осуществляются на его лицевой панели (рисунок 8.1). На панели цветовыми фрагментами выделены функционально объединенные элементы.



Перечень основных элементов:

- 1 – выключатель «Сеть»;
- 2 – клемма заземления;
- 3 – разъём для подключения устройства к сети 220 В;
- 4 – кнопка экстренного обнуления выдаваемых значений тока (поз. 14, 15, 16), напряжения (поз. 6, 8, 9) и источника питания (поз.13);
- 5 – предохранитель сетевой;
- 6 – клеммы выхода источника напряжения 3UO;
- 7 – индикатор « Δ » - наличие на выходах опасного напряжения;
- 8 – разъём для подключения внешнего силового кабеля источников напряжения (фазы А, В, С);
- 9 – клеммы выходов источников напряжения (дубль поз.8);
- 10 – предохранитель источника напряжения оперативного питания =U;
- 11 – индикатор «К.З.» - короткое замыкание источника питания;
- 12 – индикатор « Δ » - включение источника питания;
- 13 – клеммы выхода источника питания =U;
- 14 – клеммы выхода фазы А источника тока (частичный дубль поз.16);
- 15 – разъём отсутствует;
- 16 – разъём для подключения внешнего силового кабеля источников тока (фазы А, В, С);
- 17 – клеммы аналоговых входов;
- 18 – дискретные входы, к которым подключается РЕТ-GPS;
- 19 – клеммы дискретных входов 1, 2 (частичный дубль поз. 20);
- 20 – разъёмы дискретных входов 1-8, 9-16;
- 21 – клеммы дискретных выходов 1, 2 (частичный дубль поз. 22);
- 22 – разъём дискретных выходов 1 – 4;
- 23 – разъём дискретных выходов быстрых 5 – 8;
- 24 – разъёмы синхронизации;
- 25 – разъём для подключения РЕТ-64/32, РЕТ-61850 и РЕТОМ-61850;
- 26 – индикатор «ГОТОВНОСТЬ» - готовность к работе с программами РЕТОМ-51;
- 27 – разъём Ethernet для подключения к компьютеру;
- 28 – кнопка "АССОЦИАЦИЯ" - "привязка" компьютера к РЕТОМ-51

Рисунок 8.1 – Лицевая панель РЕТОМ-51

8.1 Каналы тока

Каналы тока имитируют для проверяемого устройства РЗА сигналы вторичного тока первичных измерительных трансформаторов тока. В устройстве имеется 3 канала, которые могут использоваться различно для создания различных схем проверки РЗА:

- Системы из 3-х независимых источников тока; Каждый канал управляется индивидуально;
- Имитация трехфазной системы, при этом четвертый источник, ток I_0 , создается в точке объединения источников. Все каналы управляются синхронно в зависимости от выбранного режима аварии;
- Одного источника большой величины тока до 108 А. Для этого все каналы объединяются параллельно и управляются синхронно;
- Одного источника повышенного выходного напряжения, до 44 В при токе до 36 А. Это может помочь при проверке реле с большим входным сопротивлением, например одноамперного реле и панели. Для этого два канала (например, I_a и I_b) объединяются последовательно и управляются синхронно;
- Одного источника постоянного тока, до 30 А. В этом режиме все каналы объединяются параллельно и управляются синхронно.

Каналы тока имеют нелинейную нагрузочную характеристику (рисунки 8.2, 8.3). По мере увеличения выходного тока максимальная величина выходного напряжения плавно снижается таким образом, что выходная мощность канала не превышает 800 ВА. Превышение этого напряжения приводит к срабатыванию защиты по перегрузке с выдачей сигнала обрыва токовой цепи (XX - холостой ход).

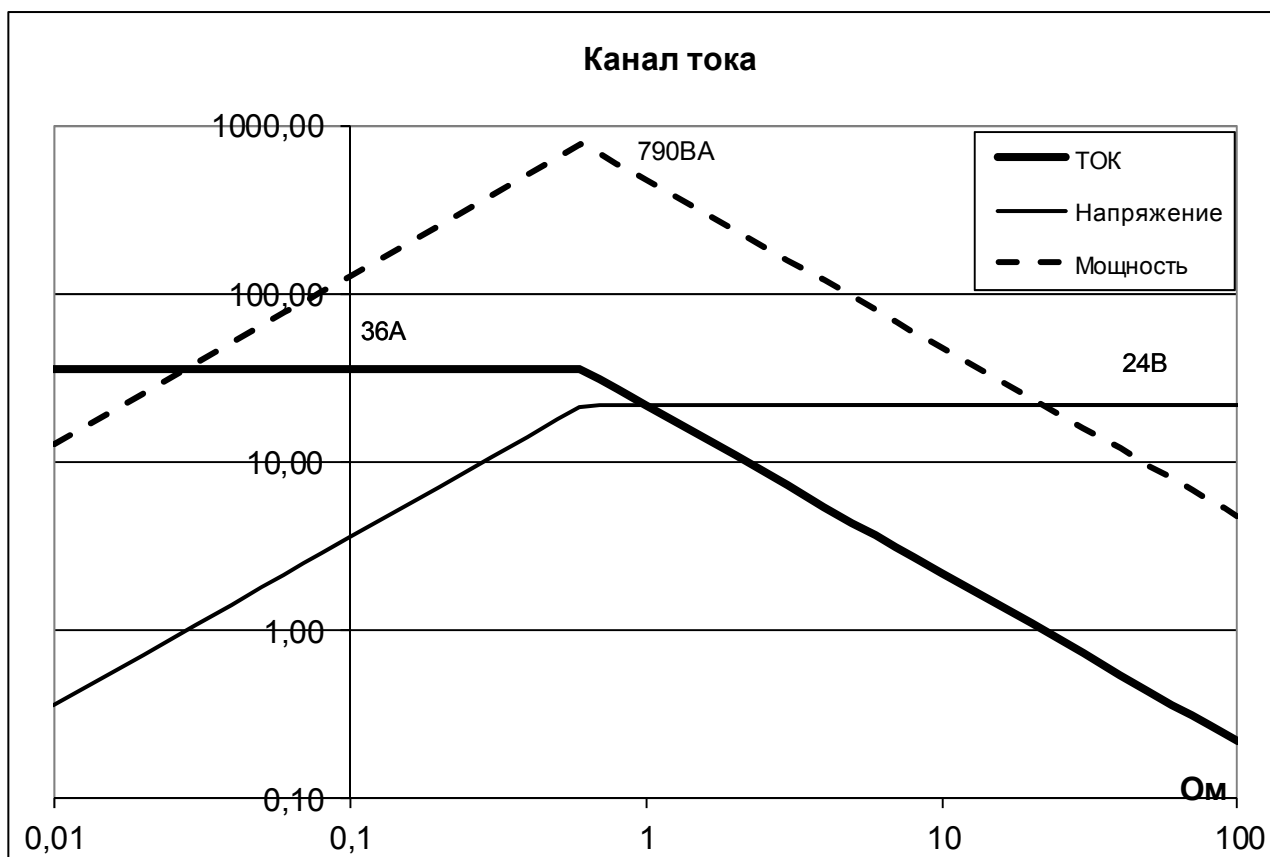


Рисунок 8.2 – диаграмма зависимости максимальных значений тока, напряжения и мощности от сопротивления нагрузки

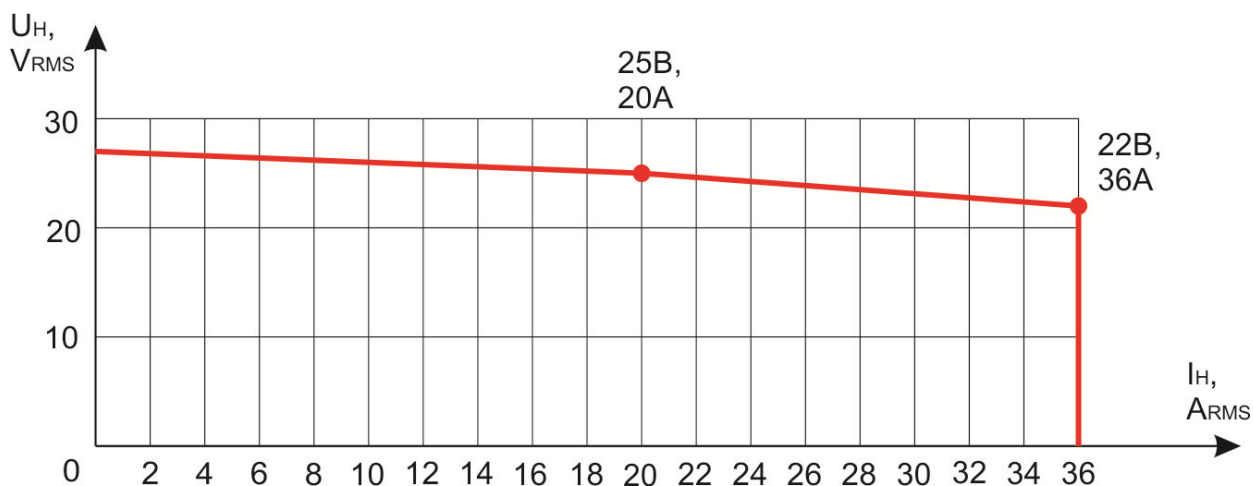


Рисунок 8.3 – Характеристика зависимости выходного напряжения от тока

Все подключения к проверяемому объекту должны быть выполнены с помощью кабелей из комплекта поставки. Это позволит избежать поломки клемм и их перегрева.

Назначение контактов силового разъёма (поз. 16, рисунок 8.1) указано на рисунке 8.4. Подключение к разъёмам производится с помощью кабеля КСТ-04-1.

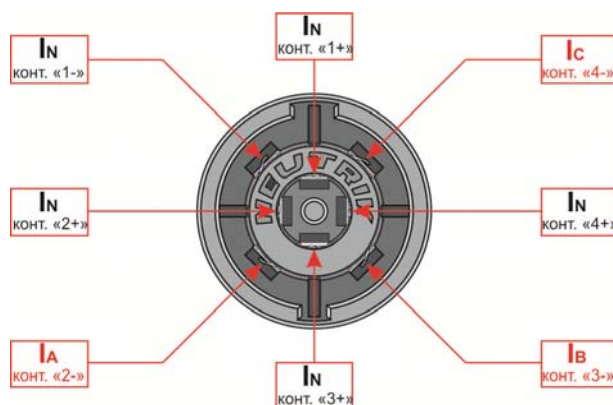


Рисунок 8.4 – Разъём для подключения силовых кабелей тока

Для удобства работы при проверке реле требующего один ток можно использовать клеммы фазы А, выведенные на лицевую панель (поз. 14, рисунок 8.1), при этом необходимо с помощью кабеля КСТ-04-1 закоротить не используемые каналы, фазы В и С.

8.2 Каналы напряжения

Каналы напряжения имитируют для проверяемого устройства РЗА вторичные сигналы первичных измерительных трансформаторов напряжения. В устройстве имеется три зависимых источника с объединенной общей точкой и один независимый гальванически развязанный источник. С их помощью легко создается трехфазная система напряжения с напряжением 3U0 и выходным уровнем до 135 В на фазу, если надо увеличить напряжение, то, включив два противофазно, можно получить 270 В, а с применением трех источников – 405 В. Этого хватает для проверки всех типов реле напряжения.

Назначение контактов силового разъёма (поз. 8, рисунок 8.1) указано на рисунке 8.5. Подключение к разъёму производится с помощью кабеля КСН-04.

Для удобства работы при проверке различных реле можно использовать клеммы, выведенные на лицевую панель устройства (поз. 6 и 9, рисунок 8.1), при этом фазные напряжения будут присутствовать и на выводах кабеля КСН-04.

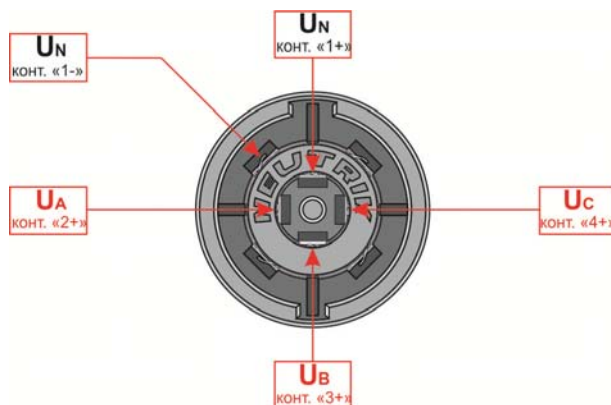


Рисунок 8.5 – Разъем для подключения силового кабеля напряжения

Канал напряжения имеет нелинейную нагрузочную характеристику. В диапазоне от 0 до 60 В характеристика имеет прямую зависимость выходной мощности от выходного напряжения. При этом ток срабатывания защиты канала напряжения от КЗ на выходе составляет 1,0-1,25 А. В диапазоне от 60 В до 135 В ток срабатывания защиты линейно уменьшается до 0,6-0,77 А (рисунок 8.6), при этом реальная максимальная мощность канала зависит от типа нагрузки и может достигать 100 Вт (при 135 В). Такая характеристика позволяет полнее реализовать энергетические возможности усилителя при проверках устройств РЗА.

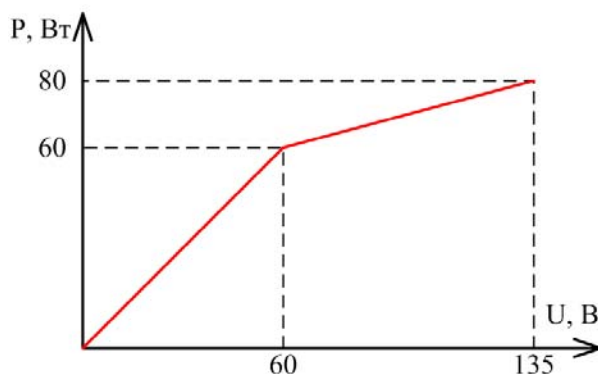


Рисунок 8.6 – Нагрузочная характеристика усилителей напряжения

Каждый канал напряжения содержит реле, которое отключает выход усилителя от выходной клеммы при возникновении аварийной ситуации.

8.3 Дискретные входы

РЕТОМ-51 имеет 16 входов дискретных сигналов, выведенных на разъем *Входы дискретные* (поз. 19, 20, рисунок 8.1). Для удобства и оперативности подключения 2 из них продублированы клеммами. Входы позволяют считывать состояние не только свободных («сухих») контактов, но и контактов под напряжением постоянного тока до ≈ 300 В, выходы транзисторов и интегральных микросхем с открытым коллектором, а также сигналы TTL-уровня. Опрос состояния проводится каждые 100 мкс. Все каналы независимы и гальванически разделены.

Ниже приведены рисунки обоих разъемов и назначение контактов (рисунок 8.7 и таблица 8.1).

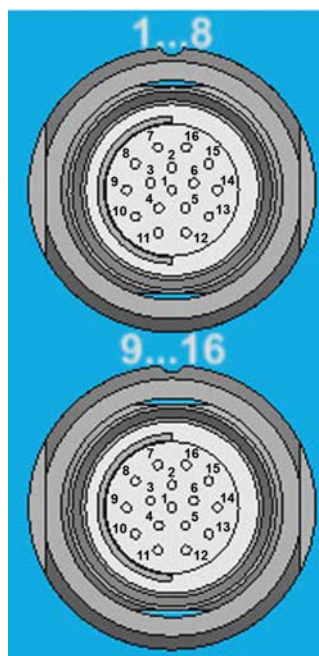


Рисунок 8.7 – Разъем для подключения к дискретным входам кабелей информационных КИ-04
(вид со стороны лицевой панели)

Таблица 8.1 – Назначение контактов разъема «Входы дискретные»

Разъем «1..8»		Разъем «9..16»	
Номер контакта	Назначение контакта	Номер контакта	Назначение контакта
1	Двх1	1	Двх9
2	Двх1 GND	2	Двх9 GND
3	Двх2	3	Двх10
4	Двх2 GND	4	Двх10 GND
5	Двх3	5	Двх11
6	Двх3 GND	6	Двх11 GND
7	Двх4	7	Двх12
8	Двх4 GND	8	Двх12 GND
9	Двх5	9	Двх13
10	Двх5 GND	10	Двх13 GND
11	Двх6	11	Двх14
12	Двх6 GND	12	Двх14 GND
13	Двх7	13	Двх15
14	Двх7 GND	14	Двх15 GND
15	Двх8	15	Двх16
16	Двх8 GND	16	Двх16 GND

8.4 Дискретные выходы

РЕТОМ-51 имеет 8 дискретных выходов (поз. 21, 22, 23, рисунок 8.1). Они разделены на две группы: 4 релейных (дискретные) и 4 транзисторных (быстрые). Релейные выходы предназначены для коммутации достаточно большого тока, и их можно использовать для управления электромеханическими реле, но они имеют большое собственное время работы (не более 20 мс). Твердотельные реле (транзисторные) имеют малое время работы (менее 0,5 мс) и предназначены для подачи сигналов с быстрой реакцией, но из-за малого тока коммутации применяются только при проверке полупроводниковых и микропроцессорных устройств защиты.

Для подключения к проверяемому объекту используются разные кабели, один для разъема *Выходы дискретные*, другой для разъема *Быстрые*. Отличаются они только ключами. Два релейных выхода

дополнительно выведены на клеммы. Коммутационные возможности релейных выходов представлены на рисунках 8.8 и 8.9.

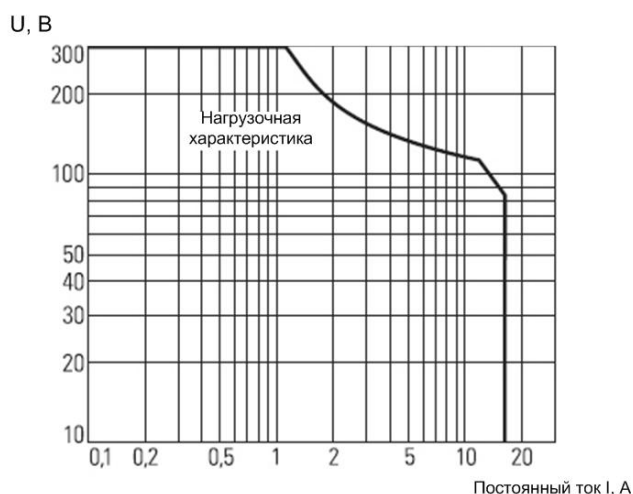


Рисунок 8.8 – Коммутационная способность выходных реле

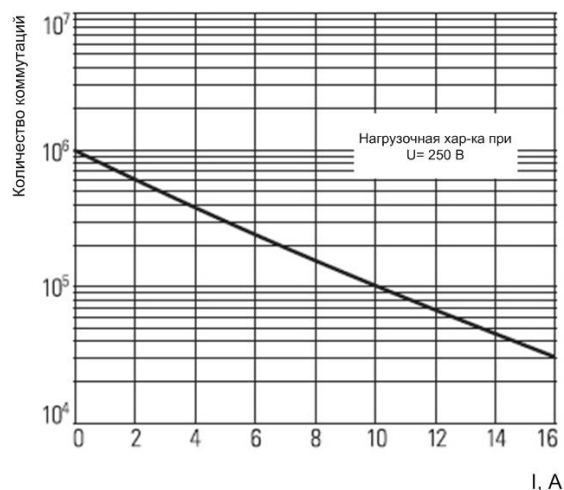


Рисунок 8.9 – Коммутационная износостойкость выходных реле

Ниже приведены рисунки обоих разъемов *Выходы дискретные* и *Быстрые* и назначение контактов (рисунок 8.10 и таблица 8.2).

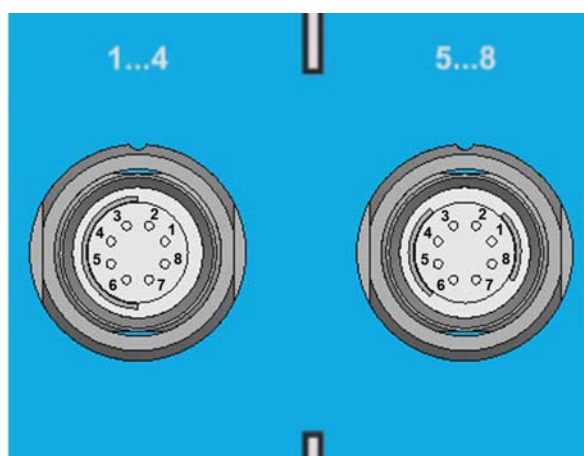


Рисунок 8.10 – Разъемы для подключения к дискретным выходам кабелей коммутации КК-04-1, КК-04-2

Таблица 8.2 – Назначение контактов разъемов *Выходы дискретные* и *Быстрые*

«Дискретные» 1..4		«Быстрые» 5..8	
Номер контакта	Назначение контакта	Номер контакта	Назначение контакта
1	Двых1	1	Двых5
2		2	
3	Двых2	3	Двых6
4		4	
5	Двых3	5	Двых7
6		6	
7	Двых4	7	Двых8
8		8	

ВНИМАНИЕ! Для подключения этих разъемов к объекту используются разные кабели это сделано для безопасности, иначе можно сжечь быстрые реле большим током коммутации.

8.5 Аналоговые входы

Входы потенциальные, изолированные (поз. 17, рисунок 8.1). Каждый вход имеет автоматический переключатель пределов измерения. Максимальное входное напряжение не должно превышать 1000 В. Защита входов обеспечивается только большим входным сопротивлением. Каналы независимы и гальванически разделены.

Измерение тока производится с помощью токовых клещей (в комплект не входит).

Устройство имеет возможность работать как двухлучевой осциллограф. Частота дискретизации составляет 100 мкс.

8.6 Совместная работа нескольких устройств

При необходимости выполнения некоторых сложных видов испытаний устройств РЗА возможно создание единого комплекса с использованием до 9 разных устройств типа РЕТОМ-51, РЕТОМ-61 и РЕТОМ-61850. На лицевой панели устройства РЕТОМ-51 имеются разъемы *вход* и *выход* синхронизации (поз. 24, рисунок 8.1). Это позволяет синхронизировать частоту и фазу воспроизводимых сигналов при совместной работе нескольких устройств, и совместить временные метки регистрируемых параметров. При этом одно устройство будет «Ведущим», а остальные «Ведомыми». В некоторых случаях для управления ведомыми устройствами потребуется загрузка соответствующих программ, если управление ведется от одного компьютера. Устройства могут управляться индивидуально, от своих компьютеров. Синхронизация устройств возможна в любом случае.

Для создания проверочного комплекса с разнесенными устройствами, система синхронизации использует блок РЕТ-GPS.

В устройстве РЕТОМ-51 имеется синхронизация с питающей сетью, что позволяет генерировать сигналы токов и напряжений с частотой сети, и даёт возможность проводить проверки устройств РЗА, требующих синхронных с сетью сигналов.

8.7 Клемма заземления

Клемма заземления (позиция 2, рисунок 8.1) обеспечивает защиту персонала и электромагнитную совместимость. Обнуляет потенциал на корпусе, в противном случае возможно напряжение до 110 В.

ВНИМАНИЕ! Не работайте без заземления, это опасно.

8.8 Индикатор «ГОТОВНОСТЬ», порт Ethernet, кнопка «Ассоциация»

Индикатор «ГОТОВНОСТЬ» (позиция 26, рисунок 8.1) управляется внутренним компьютером и указывает на готовность устройства к работе с программой РЕТОМ-51. Индикатор «ГОТОВНОСТЬ» загорается не сразу, а после загрузки программы внутреннего компьютера.

Устройство подключается к компьютеру по каналу связи ETHERNET (позиция 27, рисунок 8.1).

Кнопка «АССОЦИАЦИЯ» (позиция 28, рисунок 8.1) используется при первом включении для «привязки» устройства к компьютеру. Процесс подключения устройства описан в руководстве пользователя RU.БРГА.61000-02 90.

9 Схемы подключения

Все коммутации и подключения к РЕТОМ-51 осуществляются штатными кабелями. Перечень кабелей, входящих в комплект поставки комплекса, приведен в приложении А. Кабели выполнены из проводов повышенной гибкости и снабжены защищенными штекерами со смещаемыми изоляторами.

9.1 Типовая схема включения

Принципиальная схема подключения типовых устройств РЗА к устройству РЕТОМ-51 в трехфазном режиме приведена на рисунке 9.1.

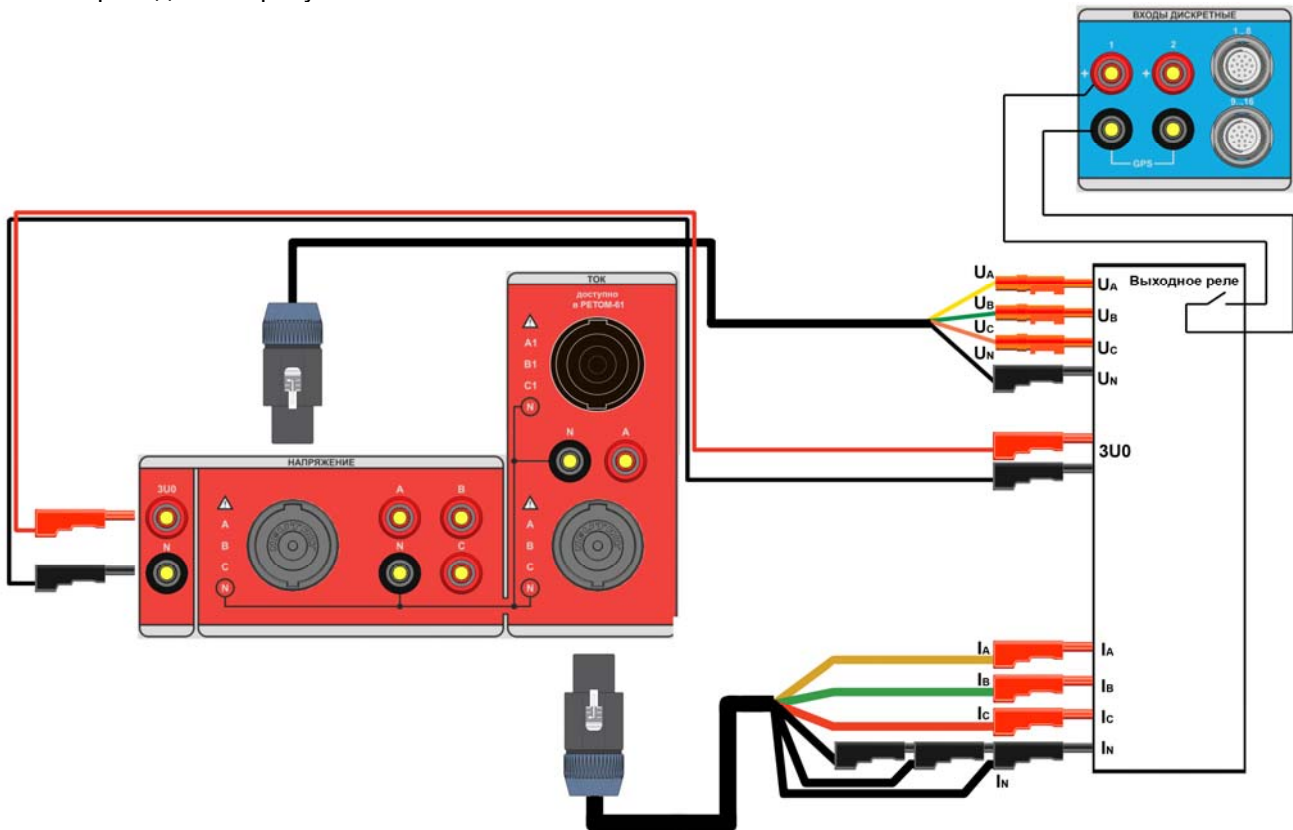


Рисунок 9.1 – Схема подключения к устройствам РЗА по 3-х фазной цепи тока и напряжения

Основные особенности схемы:

- каналы тока обеспечивают ток до 36 А;
- каналы напряжения U_A , U_B , U_C обеспечивают напряжение до 135 В;
- канал напряжения $3U_0$ формирует векторную сумму напряжений U_A , U_B , U_C , или используется как независимый источник. Он обеспечивает напряжение до 135 В;
- каналы дискретных входов/выходов гальванически разделены, это дает возможность осуществлять подключения без риска создать короткое замыкание через сработавшее реле.

9.2 Включение в однофазных режимах

Устройство РЕТОМ-51 допускает параллельное включение усилителей тока. В зависимости от способа управления ими (см. руководство пользователя, программа *Ручное управление независимыми источниками тока и напряжения*) устройство обеспечивает работу с выдачей переменного тока до 100 А или как источник постоянного тока до 30 А.

Подключение проверяемого устройства к выходам усилителей тока РЕТОМ-51 производится с помощью штатного кабеля КСТ-04-1, каждый провод которого рассчитан на ток 40 А. Для схем с использованием параллельно подключенных усилителей, выходные штекеры объединяются (рисунки 9.2), при этом объединение дополнительных штекеров I_N обязательно. В противном случае, возможно, их термическое повреждение.

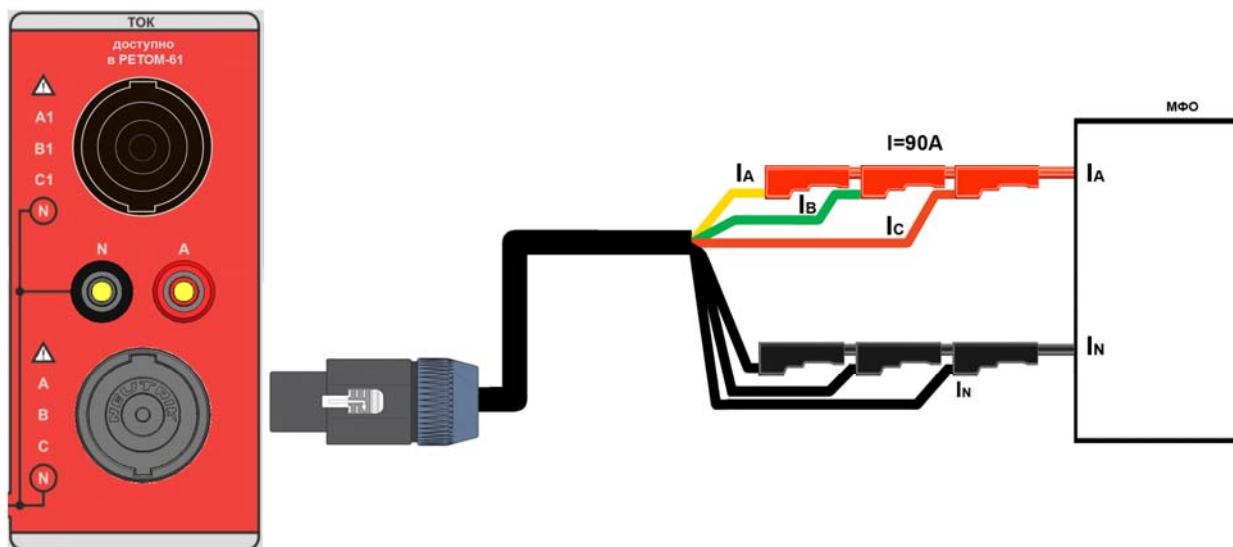


Рисунок 9.2– Однофазное подключение токовых цепей

10 Работа с устройством РЕТОМ-51

Устройство РЕТОМ-51 работает под управлением компьютера. Программное обеспечение делится на стандартное программное обеспечение (входит в комплект поставки) и комплект специальных программ, которые поставляются по требованию заказчика.

Стандартный пакет для РЕТОМ-51 включает в себя следующие программы:



- ручное управление независимыми источниками тока и напряжения;



- автоматическая проверка реле тока;



- автоматическая проверка реле напряжения;



- автоматическая проверка реле направления мощности;



- автоматическая проверка дистанционной защиты и реле сопротивления;



- автоматическая проверка реле частоты;



- секундомер-регистратор;



- RL-модель энергосистемы;



- воспроизведение аварийного процесса, записанного в COMTRADE-формате;



- программа задания сигналов произвольной формы как суммы гармоник;



- программа создания произвольного набора тестов для проверки устройств РЗА «Генератор тестов»;



- программа настройки, юстировки и коррекции РЕТОМ-51;



- программа проверки защит с использованием RIO-данных;




- универсальная программа проверки защит на базе XRIO-файла.

В состав стандартного пакета входит специальный язык разработки проверочных программ "РЕТОМ-мастер". Подробно работа с программной частью описана в руководстве пользователя RU.БРГА.61000-02 90.

11 Правила эксплуатации

Устройство РЕТОМ-51 является сложным электронным устройством, требующим повышенного внимания и осторожности. При этом необходимо соблюдать следующие правила:

- диапазон рабочих температур устройства составляет от 1 до 40 °С, поэтому после длительного пребывания устройства на морозе перед эксплуатацией необходимо прогреть РЕТОМ-51 не менее 2 ч, не включая его, так как в этих условиях возможно «выпадение росы» и её необходимо просушить;
- подключение к сети питания необходимо производить с учетом большого тока потребления в номинальном режиме, более 10 А; кроме того возможно кратковременное (на 40-100 мс) увеличение тока до 20 А при первом включении устройства, из-за заряда конденсаторов и вовремя работы в импульсном режиме при максимальной мощности;
- компьютер и устройство РЕТОМ-51 должны быть подключены к одной и той же фазе сети питания;
- при перегреве устройства рекомендуется не отключать его от сети, а, выключив программный рубильник, подождать несколько минут, работающий вентилятор быстрее охладит устройство;
- не допускать соединения выходных цепей тока и напряжения устройства между собой, это может вывести устройство из строя;
- неиспользуемые токовые каналы следует соединить с соответствующей клеммой N, это исключит случайное срабатывание защиты от обрыва токовых цепей;
- при подключении проверяемой защиты к токовым каналам без использования клеммы N, необходимо исключить возникновение тока нулевой последовательности более 20 мА, иначе возможно срабатывания защиты от холостого хода;
- программное обеспечение для РЕТОМ-51 работает только под управлением операционной системы Windows (XP и выше);
- перед запуском программы РЕТОМ-51 необходимо дождаться загорания индикатора «Готовность» на передней панели устройства, над разъемом RJ-45;
- выключать РЕТОМ-51 разрешается только после закрытия программы РЕТОМ-51 или после нажатия на программную кнопку Выключение  на панели инструментов;
- кнопка аварийного отключения «Оперативное отключение» предназначена для экстренного обнуления всех выходных сигналов и приостанавливает работу устройства, но не отключает его. После его использования необходимо заново запустить процесс проверки;
- не надо нажимать кнопку «Ассоциация» при каждом включении устройства, используйте ее только если имеются проблемы с подключением.

ВНИМАНИЕ! Порядок подключения устройства к компьютеру и работа с программой управления описана в руководстве пользователя RU.БРГА.61000-02 90.

12 Обработка аварий РЕТОМ-51

Комплекс имеет следующие виды защит:

- защита и сигнализация о наличии холостого хода в цепях тока. Защита срабатывает при превышении выходного напряжения порога в 22-24 В (действующее значение). При этом токовые каналы отключаются, и на экран выдается соответствующее сообщение. Этот режим не опасен для самого устройства, но свидетельствует о неисправностях в цепях тока проверяемой защиты, ошибках в схеме ее подключения, либо о большом сопротивлении нагрузки;
- защита и сигнализация о наличии короткого замыкания в цепях напряжения. Срабатывание защиты свидетельствует о неисправностях в цепях напряжения проверяемой защиты или ошибках в схеме ее подключения;
- температурная защита каналов тока и напряжения. При перегреве даже одного из каналов, устройство прекращает выдачу тока и напряжения и сигнализирует об этом в виде сообщения на экране компьютера. При выдаче источниками тока и напряжения максимальной выходной мощности время работы непрерывной работы составляет несколько минут;
- защита и сигнализация о неисправностях в линии связи с компьютером. Выдается сообщение о том, что устройство РЕТОМ-51 не подключено;
- каналы напряжения защищены от подачи на них внешнего напряжения, если оно не превышает 380 В.

Для защиты проверяемого оборудования в процессе проверки:

- необходимо использовать программный механизм ограничения максимальных значений тока и напряжения (см. руководство пользователя);
- при больших величинах тестового тока необходимо использовать импульсный режим с минимально достаточным значением времени воздействия и увеличенным временем паузы, чтобы не перегреть токовые провода и трансформаторы датчиков;
- для экстренного обнуления всех выходных сигналов служит кнопка аварийного отключения «Оперативное отключение».

ВНИМАНИЕ! Если устройство выдает сообщение об аварии и это мешает закончить работу, то в программе имеется возможность временного отключения контроля. Использовать эту возможность надо осторожно, так как устройство остается без защиты.

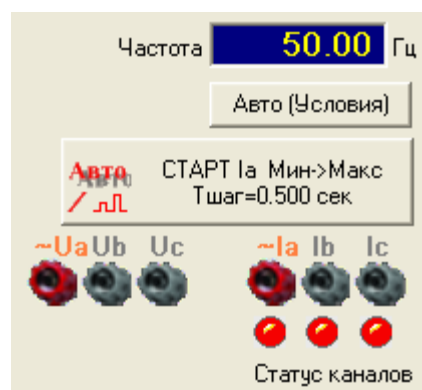
12.1 Обработка аварий каналов тока

Защита каналов тока построена на превышении выходного напряжения более 31 В (пиковое значение). Для канала это не является критичным, даже если выдать какой-либо ток на холостой ход, просто тока не будет. Таким образом, при срабатывании защиты внутренний контроллер взводит флаг аварии в канале и передает информацию в компьютер. Последний, в зависимости от программы, выводит на экран соответствующую информацию, например, в программе «Ручное управление источниками ...» в разделе «Статус каналов» (под клеммами Ia Ib Ic) для каждого канала меняется цвет индикаторов с зеленого на красный (рисунок 12.1).



а) нормальная выдача тока

«Статуса сигналов» с зелёным цветом



б) выдача токов в перегруз либо ХХ

«Статуса сигналов» с красным цветом

Рисунок 12.1 – Окно программы «Ручное управление..»

Работать в этом режиме можно, но при этом не гарантируется точность выдаваемого тока, его вообще может не быть при разомкнутой цепи (холостой ход). И хотя мы не рекомендуем так работать, но в некоторых случаях, это позволяет довести проверку до конца, контролируя ток внешним прибором.

В других программах возможен останов испытаний с отображением окна «Авария РЕТОМа – перегрузка Ia Ib Ic» с отображением красных светодиодов (рисунок 12.2), если задать соответствующий режим работы.

Возможна работа и без останова испытаний, например, при выдаче тока на заведомо большее омическое сопротивление (в перегруз), в этом режиме окно аварии можно убрать с экрана, поставив соответствующий флаг. Значение тока в этом режиме не гарантируется.

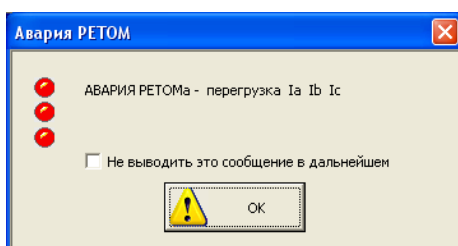


Рисунок 12.2 – Окно, указывающее на перегрузку токовых каналов (либо на выдачу тока на XX).

Кроме того, при перегрузке токовых каналов в главном окне программы управления появится соответствующая запись и красный индикатор, сигнализирующий о перегрузке.

12.2 Обработка короткого замыкания или перегрузки в канале напряжения

Защита в каждом канале напряжения (прежде всего от КЗ) выполнена по уровню выходного тока. Причём уставка максимального значения, при котором срабатывает защита, зависит от выдаваемого диапазона напряжения. До 60 В уставка равна – 1,25 А, а для диапазона от 60 В до 120 В она снижается до 0,75 А. При срабатывании защиты на экран компьютера выдаётся сообщение «КЗ источника напряжения» и указывается конкретный канал на котором это произошло (А, В, или С, или все вместе).

12.3 Обработка аварий каналов тока и напряжения при подключении к нагрузке, находящейся под внешним напряжением

Каждый канал тока и напряжения имеет измерительный орган, измеряющий внешний потенциал. В случае присутствия на клемме (тока или напряжения) внешнего напряжения, выдача тока или напряжения будет остановлена и на экран компьютера выдаётся сообщение «На зажимах канала напряжения (тока) фазы А (В или С) присутствует внешнее напряжение».

12.4 Обработка аварий каналов тока и напряжения при перегреве

При длительной выдаче тока или напряжения на нагрузку возможен перегрев канала, который контролируется специальным органом, измеряющим температуру на радиаторах усилителя. В случае перегрева на экран компьютера выдаётся сообщение «Перегрев устройства фазы тока (напряжения) А (В или С)». Стоит отметить, что термическая способность к выдаче максимального тока (36 А) токовых каналов на максимальную нагрузку составляет несколько минут, а ток в 10 А во всех фазах может выдаваться длительно, что достаточно безопасно для устройств РЗА.

12.5 Обработка информации об отсутствии заземления.

Устройство контролирует состояние заземления и при его отсутствии выдает об этом информацию в нижней левой части строки статуса «Заземление $\perp = 0$ ». При наличии заземления оно равно «1».

Необходимо обратить внимание на заземление еще до начала работ, так как после сборки схемы проверки сигнал земли может поступить от проверяемой аппаратуры, что не правильно, так как не в состоянии обеспечить безопасность при работе с устройством.

13 Работа РЕТОМ-51 с блоком преобразователя тока РЕТ-10

13.1 Общие сведения

Для расширения рабочего диапазона нагрузок с сохранением высокой точности воспроизведения тока, а также для получения большого тока с одного канала тока используется блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10. Блок может быть использован и как самостоятельное устройство – в качестве трансформатора тока.

Блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10 (далее – блок) выполнен на основе магнитопровода из нанокристаллического сплава с редкоземельными компонентами и является устройством для масштабирования токов с высокой точностью с коэффициентами преобразования тока 10; 5 и 0,1.

Внешний вид блока приведен на рисунке 13.1, а принципиальная схема – на рисунке 13.2.



- 1, 3 – вход «40 А» (первичная обмотка);
- 2 – вывод первичной обмотки, используемый для режима увеличения нагрузочной способности;
- 4, 5 – выход «8 А» (вторичная обмотка);
- 4, 6 – выход «4 А» (вторичная обмотка);
- 7, 8 – выход «400 А» (вторичная обмотка);
- 9, 10 – дублируют выходы 7 и 8, ток через них ограничен автоматом на 8 А

Рисунок 13.1 – Внешний вид блока однофазного преобразователя тока РЕТ-10

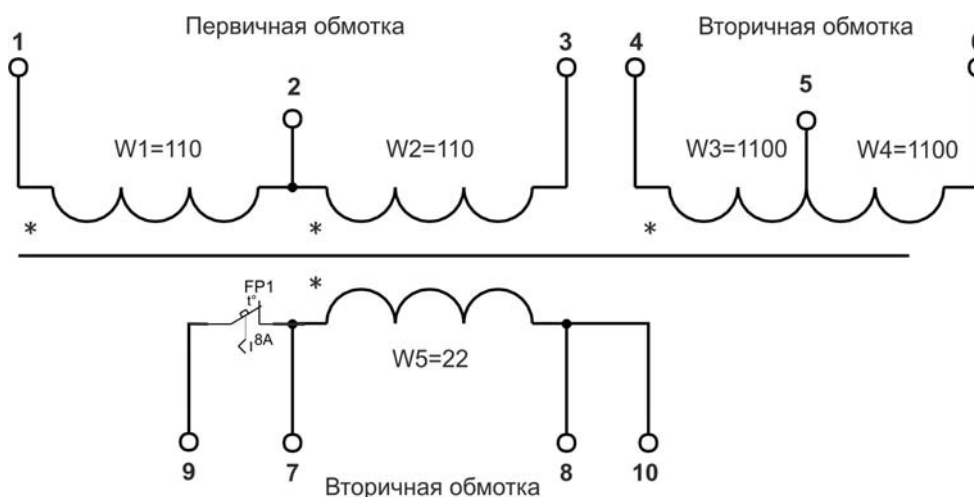


Рисунок 13.2 – Схема электрическая принципиальная блока однофазного преобразователя тока РЕТ-10

13.2 Основные технические данные и характеристики

Основные технические данные и характеристики приведены в таблице 13.1.

Таблица 13.1

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ					
Наименование параметра		Значение			
Количество обмоток		5			
Номинальная мощность, В·А		500			
Коэффициенты преобразования тока для соответствующих обмоток, $K_t=I_2/I_1$	I2/I1	1-3	1-2	2-3	7-8
	4-6	0,1	0,05	0,05	0,01
	4-5	0,2	0,1	0,1	0,02
	7-8	10	5	5	-
Максимальное значение тока для обмоток, А	1-2-3	4-5	4-6	7-8	
	40	8	4	400	
Пределы допускаемой основной погрешности преобразования, %		±0,5			
Рабочая область частот, Гц		10-1000			
Нормальная область частот, Гц		45-55			
Время работы при номинальной выходной мощности:					
- непрерывно, из холодного состояния 20 °С, мин, не менее		10			
- в повторно кратковременном режиме при ПВ*=30 %, мин, не менее		20			
* ПВ – продолжительность включения					
Электрическое сопротивление изоляции между:					
- гальванически разделенными токоведущими деталями, МОм, не менее		20			
- токоведущими деталями и корпусом, МОм, не менее		20			
Испытательное напряжение между:					
- гальванически разделенными токоведущими деталями, кВ		2			
- токоведущими деталями и корпусом, кВ		2			
Габаритные размеры, мм, не более		345 × 265 × 110			
Масса, кг, не более:					
- блока РЕТ-10		16			
- блока РЕТ-10 с ЗИП		20			
УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ					
Наименование параметра		Значение			
Диапазон температур окружающей среды, °С		от - 20 до + 50			
Влажность воздуха при 25 °С, %, не более		80			
Высота над уровнем моря, м, не более		2000			
Температура транспортирования, °С		от - 50 до + 50			
Температура хранения, °С		от 5 до 40			
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90		М23			
Степень защиты по ГОСТ 14254-96:					
- оболочки		IP20			
- выходных клемм		IP00			
Защита от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75		I			
ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ					
Наименование параметра		Значение			
Средний срок службы, лет, не менее		30			
Средняя наработка на отказ, ч, не менее		10000			
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более		1			

13.3 Работа с блоком PET-10

При использовании блока совместно с устройством PETOM-51 выводы 1-3 обмоток W1+W2 «40 А» блока присоединяют к токовому каналу этого устройства по стандартной схеме, согласно рисунку 13.3а.

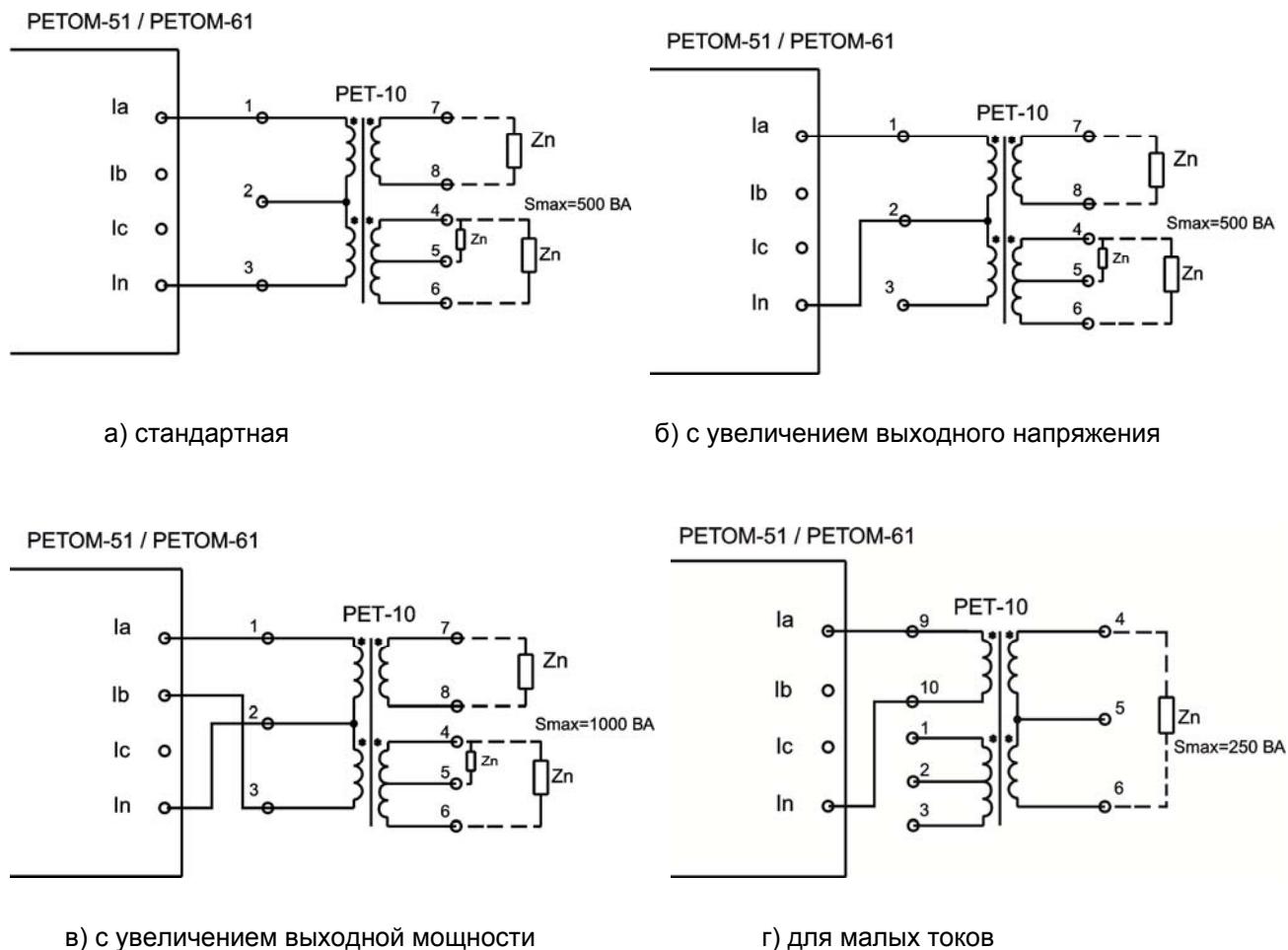


Рисунок 13.3 – Схемы подключения блока PET-10 к устройству PETOM-51

Вторичный ток вычисляется по формуле:

$$I_2 = I_1 \cdot K_t,$$

где для выводов 4-6 коэффициент трансформации равен 0,1, а для выводов 7-8 (9-10) коэффициент трансформации равен 10.

Максимальное напряжение на выходных обмотках рассчитывается по формуле:

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} / K_t,$$

где максимальное значение $U_{\text{вх}}$ токового канала устройства PETOM-51 составляет 24 В действующего значения. Следовательно, для 4-6 это не более 240 В, а для выхода 7-8 напряжение не превышает 2,4 В.

При изменении K_t с 0,1 на 0,2 используется ТОЛЬКО обмотка W3 – выводы 4-5. Обмотку W4 НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ в этом режиме, так как она имеет уменьшенное сечение провода и при большом токе может выйти из строя.

Для увеличения выходного напряжения вдвое (в частности для выхода 4-6 при работе с высокоомной нагрузкой, более 100 Ом) подключается только одна обмотка 1-2 (W1) согласно рисунку 13.3б.

Коэффициент трансформации для выхода 4-6 составит 0,05, а для выхода 7-8 составит 5. При этом выходной ток уменьшается в два раза. Напряжение на выходе 4-6 может достигать 480 В, а для выхода 7-8 напряжение не превышает 4,8 В.

При получении большого тока на W5 необходимо учитывать сопротивление нагрузки. Так при 20 мОм, по стандартной схеме, можно получить ток не более 100-120 А. Чтобы увеличить ток, надо увеличить напряжение на вторичной обмотке, с удвоением мощности. Для этого используется два канала тока согласно рисунку 13.3в, при этом токи должны быть равными и фазный угол между ними должен составлять 180°.

Выводы 9-10 подключены параллельно силовым клеммам 7-8 и используются для контроля напряжения на W5 и для получения очень малых значений тока. В этом случае устройство РЕТОМ-51 подключается на выводы 9-10 обмотки W5, а ток снимается с 4-6. Так можно получить уменьшение тока в 100 раз (см. рисунок 13.3г). Ток через выводы 9-10 ограничен автоматом на 8 А.

ВНИМАНИЕ!

Присоединение нагрузок к двум выходам РЕТ-10 одновременно недопустимо!

К самостоятельной работе с РЕТ-10 допускается персонал, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей в электроустановках до и выше 1000 В.

Не прикасаться к клеммам «4 А» и «8 А» при наличии тока на выходах РЕТОМ-51, т.к. между ними может присутствовать напряжение опасное для жизни – до 500 В.

Не присоединять, разрывать, подключать и т.п. с цепями, присоединенными к выходам РЕТ-10 при наличии тока от устройства РЕТОМ-51.

14 Работа РЕТОМ-51 с блоком преобразователя напряжения РЕТ-ТН

14.1 Общие сведения

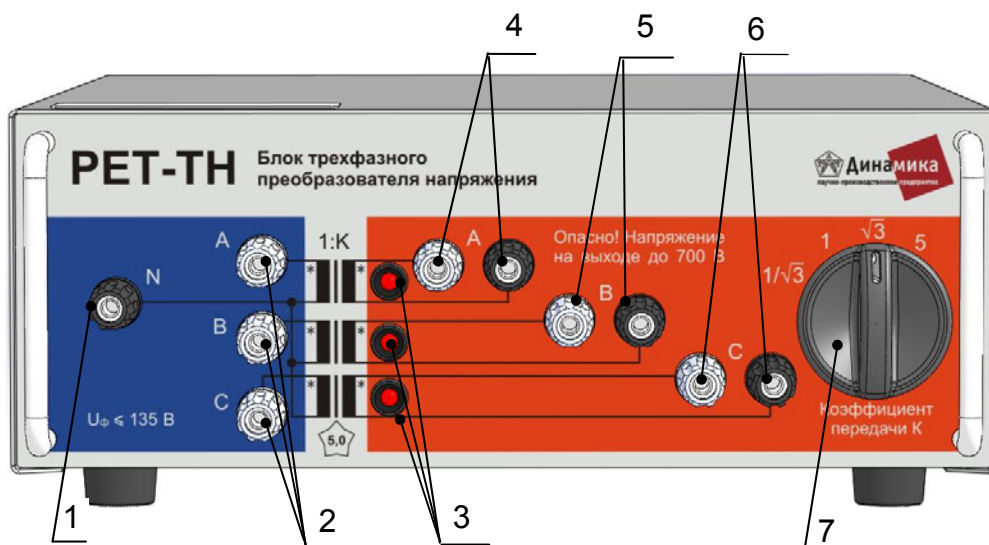
Блок трехфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН предназначен для расширения функциональных возможностей ИПТК РЕТОМ-61 и позволяет масштабировать трехфазную систему напряжений на выходе устройства с коэффициентами трансформации 5 , $\sqrt{3}$, 1 и $1/\sqrt{3}$.

Трансформатор в составе блока РЕТ-ТН изготовлен на основе магнитопровода из электротехнической стали. РЕТ-ТН позволяет выдавать напряжения на гальванически разделенные выходы (появляются три гальванически разделенные фазы).

Использование блока трехфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН позволяет осуществлять:

- проверку работоспособности счетчиков электроэнергии с напряжением до 380 В;
- проверку большого класса реле переменного напряжения 380 В;
- проверку устройств блокировки при неисправностях в цепях переменного напряжения путем формирования напряжения «разомкнутого треугольника».

Внешний вид блока и назначение элементов приведены на рисунке 14.1.



- 1 – общая клемма N (подключается к клемме U_N РЕТОМ-51);
- 2 – входы для подключения фаз РЕТОМ-51;
- 3 – индикаторы наличия напряжения на выходе блока;
- 4 – выход фазы A ;
- 5 – выход фазы B ;
- 6 – выход фазы C ;
- 7 – переключатель коэффициентов трансформации

Рисунок 14.1 – Внешний вид блока трехфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН

14.2 Основные технические данные и характеристики

Основные технические данные и характеристики приведены в таблице 14.1.

Таблица 14.1

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ				
Наименование параметра	Значение			
Входное напряжение на каждой фазе, В, не более	135			
Выходное напряжение на каждой фазе, В, не более	700			
Максимальная выходная мощность каждой фазы, В·А, не менее	60			
Выходное напряжение холостого хода при соответствующем К	$U_{\text{вх}} \cdot K \cdot K_{\text{д}} \pm 2\%$			
Коэффициент трансформации К	$1/\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	5
Добавочный коэффициент трансформации К _д	1,00; 1,05			
Номинальный ток нагрузки, А	0,5	0,5	0,3	0,1
Максимальный ток нагрузки, А, не более	1,2	1,2	0,7	0,3
Коэффициент жесткости нагрузочной характеристики блока, В/А, не более	5,5	12	30	210
Выходное напряжение разомкнутого треугольника при симметричном входном трехфазном напряжении, %, не более	2	2	2	-
Номинальная частота, Гц	50 ± 1			
Диапазон частот, Гц	45 - 185			
Погрешность передачи фазы на частоте 50 Гц, °, не более	1	1	1	2,5
Электрическое сопротивление изоляции между:				
- входными и выходными цепями, МОм, не менее	20			
- входными и выходными цепями и корпусом, МОм, не менее	20			
Электрическая прочность изоляции между:				
- входными цепями, корпусом и выходными цепями, кВ	5			
- выходными цепями, кВ	1,5			
- входными цепями и корпусом, кВ	1			
Габаритные размеры, мм, не более	345 × 265 × 110			
Масса, кг, не более	11			
УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ				
Наименование параметра	Значение			
Диапазон температур окружающей среды, °С	от - 20 до + 50			
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более	80			
Высота над уровнем моря, м, не более	2000			
Температура транспортирования, °С	от - 50 до + 50			
Температура хранения, °С	от 5 до 40			
Класс защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75	0I			
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90	M23			
ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ				
Наименование параметра	Значение			
Средний срок службы, лет, не менее	30			
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000			
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	1			

14.3 Работа с блоком РЕТ-ТН

Выходное напряжение с устройства РЕТОМ-51 подается на входы (поз. 1 и 2, рисунок 14.1).

На выходе блока (поз. 4, 5, 6, рисунок 14.1) снимаются гальванически разделенные фазы А, В, С, которые можно соединить по схеме включения «звезда» или «разомкнутый треугольник».

Переключение коэффициентов трансформации производится при помощи переключателя (поз. 7, рисунок 14.1).

На дне блока имеется переключатель добавочного коэффициента трансформации «Кд» (на рисунке 14.1 не показан). Положение «1.00» используется на холостом ходу, положение «1.05» – при номинальном токе нагрузки.

Наличие напряжений на выходах блока индицируется индикаторами (поз. 3, рисунок 14.1).

ВНИМАНИЕ!

В блоке присутствует опасное для жизни напряжение!

К самостоятельной работе с преобразователем допускаются лица, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей в электроустановках до и выше 1000 В.

Не прикасаться к выходным клеммам устройства при наличии напряжения на входе РЕТОМ-51, т.к. на нем может присутствовать напряжение опасное для жизни – до 700 В.

Переключение коэффициентов трансформации проводить только при отсутствии напряжения на входах блока (при выключенном устройстве РЕТОМ-51).

15 Блок расширения входов/выходов РЕТ-64/32

15.1 Общие сведения

Блок расширения входов/выходов РЕТ-64/32 (далее - блок) предназначен для совместной работы с комплексом программно-техническим измерительным РЕТОМ™-51 и обеспечивает дополнительно 64 дискретных входа и 32 дискретных выхода (схема их исполнения аналогична схемам входов и выходов РЕТОМ-51). Конструктивно блок размещен в таком же корпусе, что и РЕТОМ-51 (рисунок 15.1).



Рисунок 15.1 – Внешний вид блока РЕТ-64/32

15.2 Основные технические данные и характеристики

Основные технические данные и характеристики приведены в таблице 15.1

Таблица 15.1

ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Количество, шт.	64
Тип опрашиваемой цепи	«сухой» контакт, контакт под напряжением, транзисторный ключ
Напряжение постоянного тока на входе, В, не более	300
Сопротивление входной цепи:	
- замкнутой, Ом, не более	3500
- разомкнутой, Ом, не менее	6000
Время неопределенности считывания состояния контактов, мс, не более	0,4
Первоначальный бросок тока, мА, не менее	30
ДИСКРЕТНЫЕ ВЫХОДЫ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Количество, шт.	32
Коммутационная способность при активной нагрузке:	
- сила постоянного тока, А	0,1-1,2 5
- напряжение постоянного тока, В	300 150
Коммутационная способность при активной нагрузке:	
- сила переменного тока, А	5
- напряжение переменного тока, В	400
Время срабатывания/возврата, мс	14 / 5
Длительно допустимый постоянный ток, А	5

Продолжение таблицы 15.1

РАБОЧИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Диапазон рабочих температур, °С	от 1 до 40
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более	80
Температура транспортирования, °С	от -50 до +50
Температура хранения, °С	от 5 до 40
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1–90	M23
Степень защиты по ГОСТ 14254–96: - оболочки - выходных клемм	IP20 IP00
Требования безопасности по ГОСТ 12.2.091-2012: - изоляция - категория измерений (категория перенапряжения) - степень загрязнения микросреды	основная CAT II 2
Испытательное напряжение электрической прочности изоляции *, В: - между цепями сетевого питания и корпусом - между дискретными входами/выходами и цепями сетевого питания/корпусом - между дискретными входами (относительно друг друга) - между разъемом «Вход интерфейсный» и корпусом	1500 1500 500 500
Сопротивление изоляции между корпусом и гальванически изолированными токоведущими частями, МОм, не менее	20
Защита от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75	класс I
Питание блока: - частота однофазной сети, Гц - напряжение сети, В - номинальная потребляемая мощность, В·А, не более	48 - 51 220-22 (+44) 200
Масса, кг, не более	15
Габаритные размеры, мм, не более	520×160×500
ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Средний срок службы, лет, не менее	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	3
* Напряжение переменного тока, частота 50 Гц	

15.3 Работа с блоком РЕТ-64/32

15.3.1 Подключение блока РЕТ-64/32

Кабель питания 220 В подключается к разъему на задней панели РЕТ-64/32.

Блок подключается специальным кабелем связи КИ-64/32.61 к разъему на передней панели устройства РЕТОМ-51 и к разъему на задней панели РЕТ-64/32.

Подключение производится **при выключенных** устройствах РЕТ-64/32 и РЕТОМ-51. Затем включаются выключатели «СЕТЬ» сначала на РЕТ-64/32, затем на РЕТОМ-51. До начала работы с программой РЕТОМ-51 **блок и устройство должны быть включены**.

Для подсоединения к проверяемому объекту используются кабели (6 шт.), в котором 16 пар, концы которых пронумерованы от 1 до 16, и разъемы на лицевой панели. Кабели универсальны и используются как для входов, так и для выходов.


15.3.2 Отключение блока РЕТ-64/32

Выключение РЕТ-64/32 производится только после **выхода из программы** РЕТОМ-51.

Отключение кабеля связи производится **при выключенных** РЕТ-64/32 и РЕТОМ-51. При этом порядок их выключения не имеет значения.

15.3.3 Работа с блоком РЕТ-64/32

При первом включении программного рубильника в любой из программ РЕТОМ-51 на экран выдается всплывающее окно об успешном подключении блока РЕТ-64/32 (в ином случае сообщения не будет).

Состояние всех дискретных входов (16 входов РЕТОМ-51 и 64 входов РЕТ-64/32) можно просмотреть только с помощью дополнительного окна *Входные контакты* (рисунок 15.2), вызываемого из панели инструментов главного окна программы (пиктограмма .

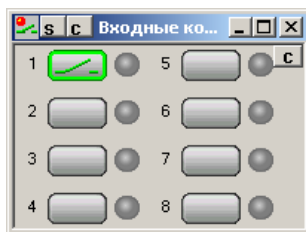


Рисунок 15.2 – Внешний вид дополнительного окна Входные контакты

В этом окне будут отображаться 80 входов.

Их название можно изменить с помощью кнопки *S* в заголовке этого окна. При этом появляется окно *Наименование входов* (рисунок 15.3). В этом окне можно задать имя входа, например, вместо «1» написать «Выходное реле». Эти имена отобразятся в окне *Входные контакты*, что облегчит их анализ, но их не желательно делать длинными, так как там мало места для их размещения. Заданные имена можно сохранить в специальном архиве, считать их из архива или сбросить в исходное состояние.

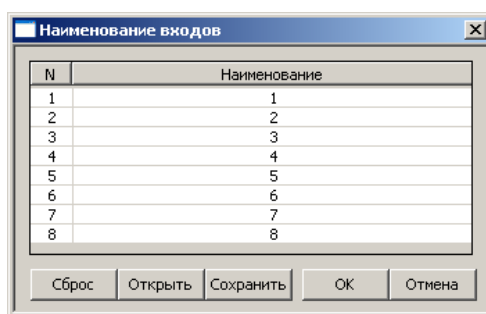



Рисунок 15.3 – Внешний вид окна Наименование входов

В окне *Входные контакты* имеется специальный режим фиксации изменения состояния входа, т.н. «блинкер». При этом цифра соответствующего входа становится жирной и красного цвета (**1**). Это позволяет увидеть даже кратковременные изменения их состояния. Сброс этой индикации (возврат «блинкеров» в исходное состояние) производится кнопкой *С* в заголовке окна.

Все 64+16 входа всегда доступны для контроля и выбора одного «активного» контакта для фиксации выдаваемой в этот момент величины тока, напряжения, угла, частоты или времени срабатывания (возврата).

В *Ручном управлении токами и напряжения* выбор активного контакта (окаймлен зеленой рамкой), с номером больше 8 осуществляется только в дополнительном окне *Входные контакты*. Для этого выполняется клик мышки на соответствующем входе. Для изменения состояние выходного контакта осуществляется нажатием на пиктограмму соответствующего реле, если он не запрограммирован (для режима секундомера, тогда реле обрамлено зеленой рамкой и не доступно для нажатия-изменения текущего состояния), т.е. находится в режиме *Выключен*.

В программе *Секундомер-регистратор* выбор активного входа осуществляется из самой программы в поле выбора контакта останова. Работу выходных контактов необходимо программировать только в окне «Настройка выходных реле», а в процессе выдачи возможен лишь визуальный контроль текущего состояния входов/выходов в этих дополнительных окнах.

Управление всеми дискретными выходами (8 реле РЕТОМ-51 и 32 реле РЕТ-64/32) производится с помощью дополнительного окна *Выходные контакты* (рисунок 15.4) из панели инструментов главного окна программы (пиктограмма ).

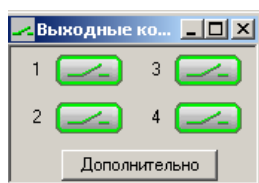


Рисунок 15.4 – Внешний вид окна Выходные контакты

В этом окне будут отображаться 32+8 выходных реле. Их наименование и логику их работы можно изменить с помощью кнопки *Дополнительно*. Открывается окно *Настройка выходных контактов* (рисунок 15.5).

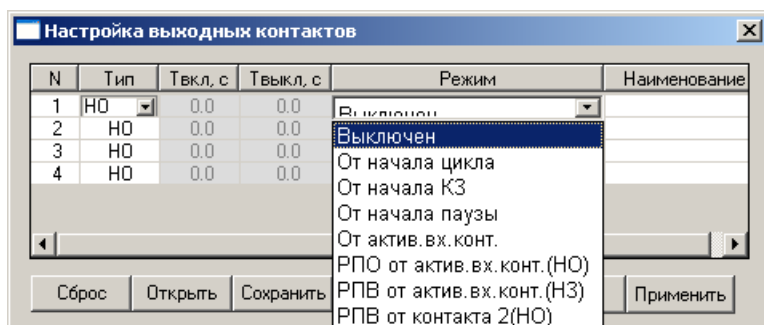


Рисунок 15.5 – Внешний вид окна Настройка выходных контактов

ВНИМАНИЕ! В одном цикле выдачи одновременно можно управлять не более восьми выходными реле.

16 Блок временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS

16.1 Общие сведения

Блок временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS (далее – блок) предназначен для дистанционной синхронизации выдаваемых сигналов двух и более комплексов РЕТОМ-51 посредством GPS-связи. Это может использоваться для одновременного управления двумя комплексами РЕТОМ-51 подключенных по концам линий. Например, при проверке дифференциально-фазных защит, где применение такой синхронизации позволит быстро и точно осуществлять проверку органа сравнения фаз, угла блокировки, снятие фазной характеристики.

16.2 Основные технические данные и характеристики

Основные технические данные и характеристики приведены в таблице 16.1.

Таблица 16.1

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Антенна	
Тип	Активная GPS-антенна
Питание (от модуля приемного): - напряжение питания, В - потребляемый ток, мА, не более	3,3 ± 0,6 20
Тип крепления	Магнитное основание
Длина кабеля, м	5
Тип разъема	SMA M
Модуль приемный	
Источник синхронизации	Система GPS (приемник фирмы "U-Blox" TIM-LL)
Длина межмодульного соединительного кабеля, м	30 ± 1
Питание: - напряжение питания для хранения настроек (от встроенного элемента питания CR2032), В - напряжение питания (от модуля управления), В - потребляемый ток (от модуля управления), мА, не более	3,3 ± 0,6 12 ± 0,6 100
Модуль управления	
Количество каналов синхронизации	2
Назначение канала 1	Выдача синхронизации 1 Гц
Назначение канала 2	Выдача синхронизации по абсолютному времени
Тип канала	Открытый коллектор с ограничением по току
Длительность импульса синхронизации 1 Гц, мс	200
Длительность импульса синхронизации по абсолютному времени, мс	200
Задержка срабатывания, мкс, не более	0,5
Точность синхронизации часов двух блоков, мс, не хуже	1
Ограничение тока, мА	20 – 40
Максимальное напряжение, В	40
Управление блоком	через порт USB
Напряжение питания, В	12 ± 0,6
Потребляемый ток, мА, не более	700

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Испытательное напряжение электрической прочности изоляции выходов относительно цепей питания/корпуса, В	500
Сопrotивление изоляции блока, МОм, не менее	20
Габаритные размеры, мм, не более: - модуль управления - модуль приемный	215 × 102 × 50 125 × 70 × 35
Масса, кг, не более: - модуль управления - модуль приемный - блок питания - блок (общая масса)	0,4 2,5 0,2 3,1
Требования безопасности: - изоляция - степень загрязнения микросреды	ГОСТ 12.2.091-2012 усиленная 2
Способ защиты человека от поражения электрическим током	Класс III по ГОСТ 12.2.007.0-75
УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Питание блока от источника питания: - входное напряжение источника питания, В - выходное напряжение источника питания, В - потребляемый ток от источника питания, МА, не более	от 100 до 264 (частота 50/60 Гц) 12 ± 0,6 700
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90	M23
Степень защиты по ГОСТ 14254-96: - оболочки (модуль управления) - оболочки (модуль приемный) - входных/выходных клемм	IP41 IP41 IP20
Температура хранения, °С	от +5 до +40
Диапазон температур окружающей среды, °С: - модуль управления - модуль приемный	от +1 до +40 от -20 до +40
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более: - модуль управления - модуль приемный	80 95
ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ	
<i>Наименование параметра</i>	<i>Значение</i>
Средний срок службы блоков, лет, не менее	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	1

16.3 Работа с блоком PET-GPS

Внешний вид блока приведен на рисунке 16.1.



Рисунок 16.1 – Внешний вид блока PET-GPS

Выходы *Синхронизация по абсолютному времени* и *Синхронизация 1 Гц* представляют собой транзисторы с открытым коллекторным выходом с ограничением по току. Каналы гальванически разделены между собой и от устройства.

Разъем подключения *Антенны GPS* предназначен для подключения унифицированной GPS-антенны (из комплекта поставки блока PET-GPS).

Порядок подключения блока:

- соединить модуль управления и модуль приемный;
- подключить антенну к модулю приёмному (это обязательно делается до подачи питания на модуль управления);
- подключить блок питания к модулю управления, и включить его в сеть;
- подключить модуль управления к компьютеру через USB-кабель;
- при первом включении необходимо установить драйвер устройства USB (стандартная процедура установки посредством «мастера подключений», который запускается операционной системой Windows при обнаружении нового устройства). Имя файла – *atm6124 set.inf*, файл находится в каталоге программы PETOM-51. После установления драйвера появляется новое устройство в *Диспетчере устройств* -> *Модемы* -> *ATMEL AT 91 USB serial emulation*;
- подключить *выход 1* блока к устройству PETOM-51 на дискретный вход №8, соблюдая полярность;

- если требуется режим запуска по абсолютному времени, то подключить *выход 2* блока к устройству РЕТОМ-51 на свободный дискретный вход (или исходя из рекомендаций программы РЕТОМ-51) соблюдая полярность.

Примечания

1 Драйвер корректно устанавливается на компьютерах с установленной ОС (одной из следующих) - Windows-2000 (SP3 и выше), Windows-XP Home (с SP2 и выше), Windows-XP Professional (с SP2 и выше), Windows-Vista.


2 Блок РЕТ-GPS может работать и без связи с компьютером. При сопровождении 3 и более спутников блок генерирует импульсы 1 Гц (иначе они не генерируются). Соответственно, можно не устанавливать драйвер связи и не запускать программу управления блоком РЕТ-GPS. Контроль синхронизации можно осуществлять по переключению 8-го дискретного входа РЕТОМ-51 с частотой 1 Гц в программе ручного управления источниками тока и напряжения (8-й вход РЕТОМ-51 должен быть подключен кабелем с соблюдением полярности к выходу *Синхронизация 1 Гц* блока РЕТ-GPS). При отсутствии мигания 8-го дискретного входа синхронизация отсутствует (сопровождения менее 3 спутников).

ВНИМАНИЕ! При работе с блоком РЕТ-GPS компьютер должен иметь свободный USB-порт.

Антенну для прямой видимости орбитальных спутников GPS необходимо располагать на открытом участке свободном от металлоконструкции зданий, особенно многоэтажных, которые существенно ослабляют сигналы спутников.

Программа управления блоком РЕТ-GPS входит в стандартный пакет программ РЕТОМ-51 и устанавливается вместе с пакетом программ РЕТОМ-51.

При использовании РЕТОМ-51 совместно с блоком РЕТ-GPS сначала запускается основная программа РЕТОМ-51.

Выбираем программный модуль «GPS» –  иконка в списке программных модулей, при этом открывается окно управления блоком РЕТ-GPS (см. рисунок 16.2).

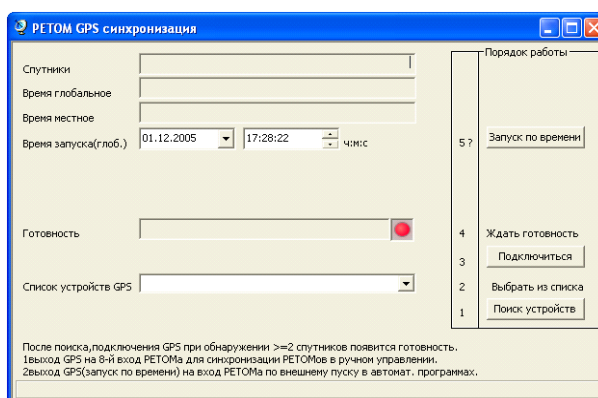


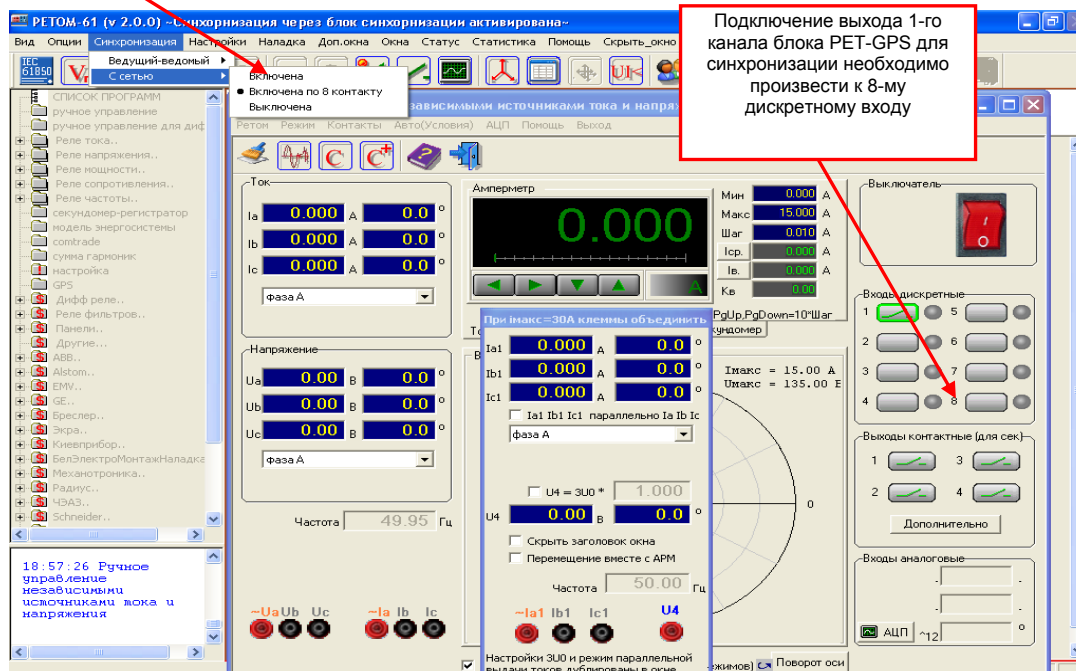
Рисунок 16.2

Порядок работы:

- 1) Нажать кнопку *Поиск устройств*. При обнаружении устройств GPS заполнится список.
- 2) Выбрать из списка нужное, если подключено несколько устройств. В списке из COM-портов (USB-порт определяется как COM-порт) выбрать COM-порт «*Modem device (GPS) – ATMEL CORPORATION*».
- 3) Нажать кнопку *Подключиться*. После подключения будут обновляться поля: *Спутники* - опорные спутники, сигнал которых принимается устройством GPS, *Время глобальное* - время по Гринвичу (это время само подстроится под правильное значение через несколько минут после обнаружения спутников), *Время местное* - время установленное на компьютере, *Готовность* - готов при обнаружении 2-х и более спутников.
- 4) Дождаться появления индикатора *Готовность* (индикатор изменит цвет с красного на зеленый).
Время ожидания может достигать нескольких минут!
- 5) Подключить выход 1 блока к устройству РЕТОМ-51 на дискретный вход №8, соблюдая полярность.

- 6) Выбрать в меню основного окна пункт *Синхронизация - Синхронизация с сетью - Включена по 8 контакту*. В заголовок главного окна добавится строка - *Синхронизация через блок синхронизации активирована*.
- 7) Запустить модуль ручного управления. Только в этой программе все выдаваемые РЕТОМ-51 сигналы будут синхронизированы 1 секундными импульсами (длительность импульса порядка 0,2 с). Эти импульсы будут отображаться как замыкание 8-го дискретного входа.

Перед работой необходимо произвести включение синхронизации по 8-му контакту (дискретному входу)



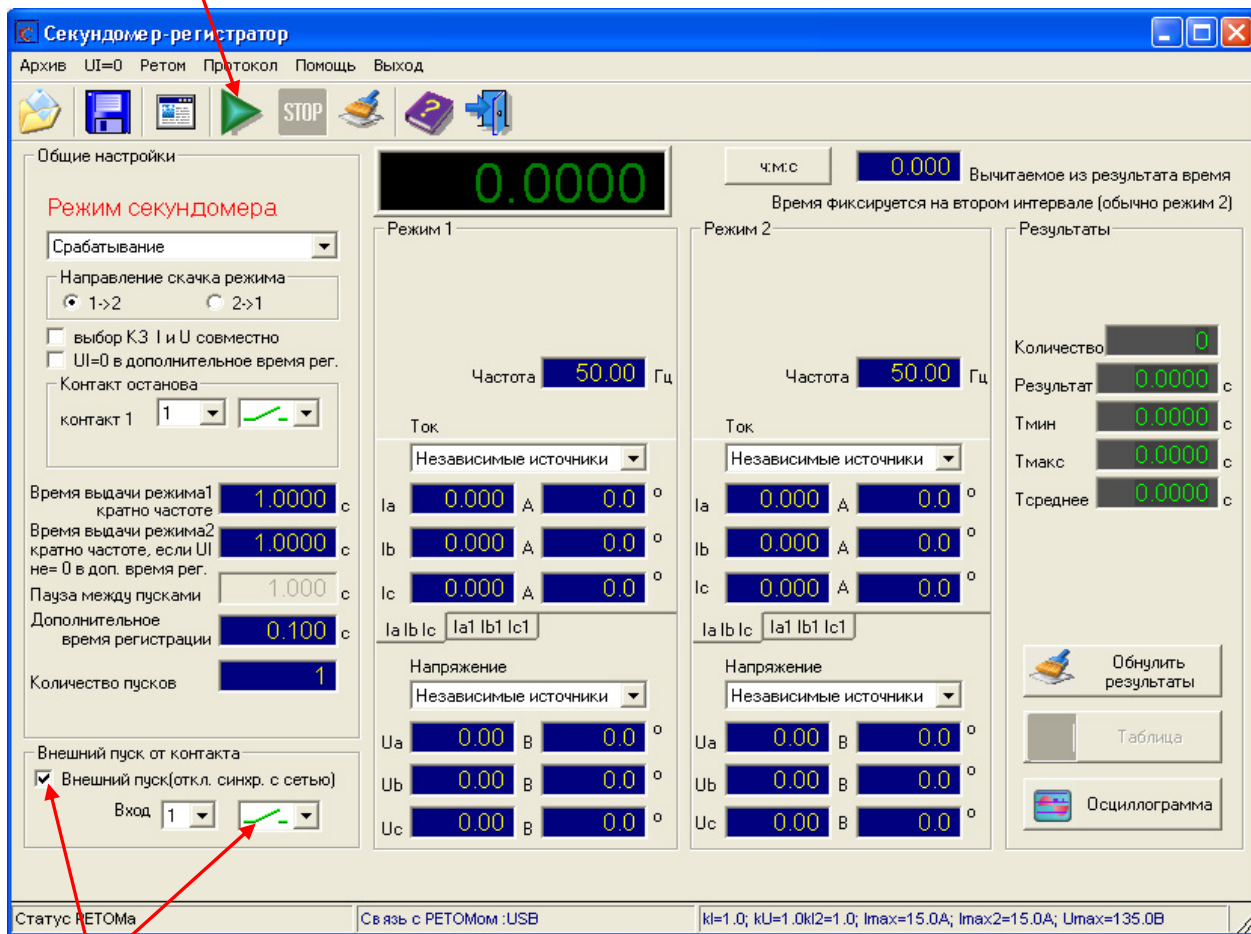
Примечание – На рисунке показан вид окна при работе в программе РЕТОМ-61, для программы РЕТОМ-51 отличие заключается в отсутствии второй токовой системы.

Рисунок 16.3

- 8) Для запуска по астрономическому времени задать дату и время (по Гринвичу) и нажать кнопку *Запуск по времени*. Запустить одну из программ имеющих *Внешний пуск – Секундомер-регистратор, Модель энергосистемы, Comtrade, Сумма гармоник* или *Графическое задание сигналов*. Подключить выход 2 блока к устройству РЕТОМ-51 на выбранный в программе номер входа РЕТОМ-51 для внешнего пуска (например, 7). Нажать кнопку *Старт*. Устройство РЕТОМ-51 подготовится к работе, но будет ожидать внешнего пуска по дискретному входу от 2-го канала блока РЕТ-GPS в заданное время по Гринвичу.

Пример настройки программы *Секундомер-регистратор* приведен на рисунке 16.4.

По нажатию кнопки *Старт* РЕТОМ-61 будет ожидать внешнего пуска по дискретному входу от 2-го канала блока РЕТ-GPS в заданное время по Гринвичу.



Выбор дискретного входа для пуска события по астрономическому времени

Рисунок 16.4

Режим «Синхронизация 1Гц» используется при проведении работ по двум концам линии панели, например ДФЗ-201, по проверке органа сравнения фаз и определения угла блокировки, когда необходимо в длительном режиме выдавать токи по двум концам и изменять угол (фазу) между ними.

Режим «Синхронизация по абсолютному времени» используется в случаях, когда необходимо моделирование какого либо процесса, например, внешнего или внутреннего КЗ для линии.

18 Поверка комплекса

Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-51, находящийся в эксплуатации, должен подвергаться периодической поверке. Периодичность поверок устанавливается потребителем в зависимости от интенсивности использования комплекса, но не реже 1 раза в 2 года.

Поверка проводится по методике поверки БРГА.441323.031 МП.

19 Возможные неисправности и способы их устранения

Возможные неисправности, внешние проявления	Вероятная причина	Способы устранения
1 При включении сетевого питания индикатор "Сеть" не светится	- обрыв сетевого шнура	- устранить обрыв
2 При установке программного <i>Выключателя</i> на экране ПЭВМ в положение <i>Вкл</i> на экране появляется сообщение <i>Прибор отключен</i>	- плохой контакт в разъемах кабеля связи РС - РЕТОМ-51 - устройство РЕТОМ-51 и запускаемая программа взяты из разных комплектов	- тщательно установить разъемы - привести в соответствие номера программы и устройства (по паспорту)
3 Форма кривых токов и напряжений всех каналов искажена (отличается от синусоидальной)	обрыв одного (или более) проводников в кабеле связи РС - РЕТОМ-51	- устранить обрыв
4 Отсутствуют токи и напряжения на выходе устройства (установка заданий и включение РЕТОМ на экране РС выполняется нормально)	обрыв проводника в кабеле связи	- устранить обрыв

20 Правила хранения и транспортирования

Хранение устройств до ввода в эксплуатацию должно осуществляться в помещениях при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности до 80 % при плюс 25 °С.

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержания коррозионноактивных агентов атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

Транспортирование устройств может осуществляться закрытым автомобильным, железнодорожным и воздушным транспортом. При перевозках по железной дороге вид отправки – грузобагаж. При перевозках самолетом устройство должно быть размещено в отопляемых герметизированных отсеках.

Значения климатических и механических воздействий при транспортировании должны соответствовать группе 2 по ГОСТ 22261-94.

21 Сведения об утилизации

Материалы и комплектующие, используемые при изготовлении устройства РЕТОМ-51, не оказывают вредного влияния на окружающую среду. Требования обеспечиваются схемотехническими решениями и конструкцией устройства.

Особые требования к утилизации устройства РЕТОМ-51 не предъявляются.

Приложение А

Комплект аксессуаров КА-51

В комплект аксессуаров КА-51 входит набор основных и вспомогательных кабелей и соединителей, используемых для подключения устройства РЕТОМ-51 к различным проверяемым устройствам РЗА.

Использование силовых и информационных кабелей позволяет легко производить подключение к проверяемым панелям РЗА, при этом значительно уменьшается вероятность ошибок при монтаже. Большое количество одновременно обрабатываемых выходных сигналов от панели РЗА позволяет не только увидеть всю картину работы сложных систем релейной защиты, но и уменьшить количество коммутаций во время работы. А возможность одновременно управлять большим количеством дискретных сигналов позволяет имитировать практически все возможные ситуации в работе защиты, тем самым упрощается диагностика практически любого по сложности устройства РЗА.

На многих кабелях для повышения электробезопасности используются специальные выводы, не имеющие открытых токоведущих частей, поэтому для подключения их к проверяемым объектам, необходимо использовать различные соединители или переходники.

Кабели общего назначения предназначены для создания различных схем проверки и подключения простых реле.

Сумматоры предоставляют возможность объединить токовые каналы различным способом и получить ток максимально возможной величины.

В таблице А.1 приведен перечень комплекта кабелей и аксессуаров КА-51 и их описание.

Таблица А.1

№	Наименование	Общий вид	Кол-во	Описание
Кабели				
1	Кабель заземления БРГА.685615.006		1	Предназначен для организации дополнительного заземления устройства, если земля сетевой розетке отсутствует или вызывает определенные сомнения
2	КИ-04-1 Кабель информационный БРГА.685664.044		1	Кабель длиной 3 м (желтая трубка) с одной стороны имеет один круглый разъем для подключения к устройству, а с другой - восемь пар контактных выводов диаметром 4 мм для подключения к проверяемой релейной защите. Кабель предназначен только для передачи дискретных сигналов 1-8
3	КИ-04-2 Кабель информационный БРГА.685664.044-01		1	Кабель длиной 3 м (зеленая трубка) с одной стороны имеет один круглый разъем для подключения к устройству, а с другой - восемь пар контактных выводов диаметром 4 мм для подключения к проверяемой релейной защите. Кабель предназначен только для передачи дискретных сигналов 9-16
4	КК-04-1 Кабель коммутации БРГА.685664.045		1	Кабель длиной 3 м предназначен для передачи дискретных сигналов от устройства РЕТОМ-51 к проверяемому устройству РЗА. Он имеет круглый разъем для подключения к устройству и 4 пары контактных выводов диаметром 4 мм
5	КК-04-2 БЫСТРЫЕ Кабель коммутации БРГА.685664.045-01		1	Кабель длиной 3 м предназначен для передачи дискретных сигналов от устройства РЕТОМ-51 к проверяемому устройству РЗА. Он имеет круглый разъем для подключения к устройству и 4 пары контактных выводов диаметром 4 мм

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование	Общий вид	Кол-во	Описание
6	КОН-04 Кабель общего назначения БРГА.685612.020		10	Каждый кабель общего назначения красного и черного цвета предназначен для выполнения одного соединения
7	Кабель сетевой БРГА.685613.013		1	Сетевой кабель имеет три жилы (фаза, ноль и земля) сечением 1,5 мм ² и предназначен для подключения устройства к однофазной сети 220 В
8	КСН-04 Кабель силовой БРГА.685691.021		1	Силовой кабель предназначен для подключения трехфазной системы напряжения к проверяемым устройствам релейной защиты. Длина кабеля 3 метра. Для подключения трёх каналов напряжения используется круглый разъем с фиксацией. Все выводы кабеля оснащены безопасными разъёмами, не имеющими открытых токоведущих частей
9	КСТ-04-1 Кабель силовой БРГА.685691.022		1	Силовой кабель предназначен для подключения трехфазной системы тока к проверяемым устройствам релейной защиты. Длина кабеля 3 метра. Для подключения трёх каналов тока используется круглый разъем с фиксацией. Все выводы кабеля оснащены безопасными разъёмами, не имеющими открытых токоведущих частей
10	КСИ Кабель синхронизации БРГА.685664.046		1	Используется при объединении двух и более устройств в единый комплекс
11	Кабель информационный		1	Кабель ETHERNET помехозащищенный предназначен для подключения устройства к управляющему компьютеру
Аксессуары				
12	Концеватель "U" - образный сильноточный БРГА.685615.004 БРГА.685615.004-01		2	Два мощных токовых переходника (чёрный и красный) предназначены для подключения однофазной токовой цепи к проверяемому устройству РЗА
13	Сумматор БРГА.741134.109		1	Сумматор предназначен для параллельного объединения трех каналов тока, это позволяет получить большой ток на проверяемом объекте
14	Концеватель типа «крокодил» для напряжения		28	Переходники позволяют быстро подсоединиться к различным выводам без использования инструмента. Внимание, перед их использованием необходимо на них надеть изолирующие чехлы

Продолжение таблицы А.1

15	Концеватель типа «крокодил» для тока		10	Мощные «крокодилы» позволяют выполнить подсоединение с максимальной величиной тока до 30 А (6 красных + 4 черных)
16	Закоротка БРГА.685691.026		1	Для закорачивания токовых каналов
17	Концеватель "U" - образный		28	Концеватели типа «ласточкин хвост», предназначены для подсоединения к проверяемой аппаратуре при помощи винтов
18	Переходник		40	Позволяет выполнить подключение к различной проверяемой аппаратуре
19	Переходник клемма-штепсель		20	10 красных и 10 чёрных
20	Щупы для тестера		4	Щупы предназначены для подключения к аналоговым измерительным входам (2 красных + 2 черных)
21	Предохранитель на 20 А		4	Вставка плавкая ZGSSH-20A-250V (6,3×32 мм)

Приложение Б

Специализированные программы

Таблица Б.1 – Специализированные программы

№	Наименование программы
1	Проверка шкафа защиты линии и автоматики управления линейным выключателем типа ШЭ2607 011021(012021), ШЭ2607 011 (012), 011011 (012012)
2	Проверка шкафа защиты присоединения и автоматики управления обходным выключателем типа ШЭ2607 013022 (014022), 013 (014)
3	Проверка шкафа дистанционной и токовой защит линии ШЭ2607 021 (021 021)
4	Проверка шкафа защит присоединений для обходного выключателя ШЭ2607 022
5	Проверка шкафа направленной ВЧ защиты линии типа ШЭ2607 031
6	Проверка шкафа дифференциально-фазной защиты линии типа ШЭ2607 081 (082, 083, 084)
7	Проверка микропроцессорного устройства дистанционной защиты SIPROTEC 7SA522
8	Проверка многофункционального устройства защиты SIPROTEC 7SJ64
9	Проверка терминала управления присоединением высокого и сверхвысокого напряжения SIPROTEC 6MD66x
10	Проверка устройства дистанционной защиты MiCOM P437
11	Проверка устройства дистанционной защиты MiCOM P435
12	Проверка панелей типа ЭПЗ 1636-67 всех исполнений
13	Проверка устройства МП защиты Sepam серии 80 (T81, T82, G82)
14	Проверка шкафа ШДЭ 2801 (02)
15	Проверка панели ВЧ-направленной защиты линий ПДЭ 2802
16	Проверка панели защит ДФЗ-201
17	Проверка устройства МП защиты двигателей Sepam 1000+ M41
18	Проверка устройства МП защиты Sepam 1000+ S40 (41,42)
19	Проверка МП терминала F650
20	Проверка систем возбуждения генераторов
21	Проверка комплектного устройства защиты и автоматики линий 6-35 кВ SPAC 810-Л
22	Проверка МП реле МР700
23	Проверка шкафа дифференциально-фазной защиты линии серии Бреслер ШЛ 2604
24	Проверка комплектного устройства защиты и автоматики линий 6-35 кВ TOP 200-Л
25	Проверка терминала защиты, автоматики и управления линии типа БЭ2502A01XX
26	Проверка МП блока релейной защиты типа БМРЗ-101-КЛ-01
27	Проверка МП блока релейной защиты воздушных или кабельных линий 6/10/35 кВ БМРЗ-КЛ-05
28	Проверка МП блока релейной защиты БМРЗ-ДЗ
29	проверка МП устройства релейной защиты для сетей 6-10-35 кВ РЗЛ-01
30	Проверка МП терминала Сириус-М
31	Проверка МП терминала Сириус-2-МЛ (21-МЛ)
32	Проверка устройства микропроцессорной защиты 6-35 кВ Сириус-2-Л (21-Л)
33	Проверка устройства микропроцессорной защиты 6-35 кВ Сириус-2-С (21-С)
34	Проверка комплектного устройства защиты и автоматики TOP 100-НТЗ 21(61)
35	Проверка МП терминала SPAC-801
36	Проверка устройства МП защиты Sepam 1000+ S20
37	Проверка устройства МП защиты сборных шин Sepam 1000+ B21
38	Проверка устройства МП защиты сборных шин Sepam 1000+ B22
39	Проверка устройства МП защиты трансформаторов Sepam 1000+ T40
40	Проверка устройства МП защиты трансформаторов Sepam 1000+ T20
41	Проверка МП устройства релейной защиты и автоматики УЗА-10А.2
42	Проверка МП терминала МРЗС-05
43	Проверка МП терминала ТЭМП 2501-1X
44	Проверка МП блока релейной защиты и автоматики БЭМП 1-01
45	Графическое задание сигналов токов и напряжений любой формы

Продолжение таблицы Б.1

№	Наименование программы
46	Проверка устройств АЛАР
47	Проверка устройств АЧР и ЧАПВ
48	Проверка устройств АПВ (моделирование сигналов токов и напряжений в циклах АПВ)
49	Проверка дифференциальных реле серии ДЗТ
50	Проверка дифференциальных реле серии РНТ
51	Проверка реле максимального тока РС 80 М2-11, 12, 13, 14, 18
52	Проверка приборов-определителей места повреждения (ОМП)
53	Проверка железнодорожной защиты серии УЭЗФМ
54	Проверка счетчиков электроэнергии
55	Проверка реле направления мощности (РНМ) серии РБМ, РМ
56	Проверка комплекта реле сопротивлений КРС 1
57	Проверка комплекта дистанционной защиты ДЗ 2
58	Проверка реле напряжения РН-53
59	Проверка реле напряжения РН-54
60	Проверка реле сдвига фаз РН-55
61	Проверка реле тока УРОВ РТ-40/Р
62	Проверка реле максимального тока РТ 40
63	Проверка и настройка автосинхронизаторов типа АС-М (АС-М2, "Спринт", СА-1, и т.п.)
64	Проверка устройства блокировки при качаниях КРБ 126
65	Проверка устройства блокировки при качаниях КРБ 125
66	Проверка реле тока обратной последовательности серии РТФ
67	Проверка реле напряжения РН-58
68	Программный комплекс "СКАТ-РЗА" для РЕТОМ-51(61) (разработчик - ООО "НПП "Селект", г. Чебоксары, тел./факс (8352)45-26-00, select@rzaselect.ru)