



**Динамика**  
научно-производственное предприятие



# РЕТОМ™ - 71

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Чебоксары

# Содержание

1	Введение .....	4
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 .....	16
8	Назначение элементов управления устройства РЕТОМ-71 .....	17
8.1	Каналы тока .....	18
8.2	Каналы напряжения .....	20
8.3	Дискретные входы.....	20
8.4	Дискретные выходы .....	21
8.5	Аналоговые входы.....	21
8.6	Совместная работа нескольких устройств РЕТОМ-71 .....	21
8.7	Клемма заземления .....	22
8.8	Индикатор «ГОТОВ», порт Ethernet, кнопка «ПРИВЯЗКА».....	22
9	Схемы подключения .....	23
9.1	Типовая схема включения .....	23
9.2	Подключение дифференциальных защит.....	24
9.3	Включение в однофазных режимах.....	24
10	Работа с устройством РЕТОМ-71 .....	26
11	Правила эксплуатации.....	27
12	Обработка аварий РЕТОМ-71 .....	28
12.1	Обработка аварий каналов тока .....	28
12.2	Обработка короткого замыкания или перегрузки в канале напряжения.....	29
12.3	Обработка аварий каналов тока и напряжения при подключении к нагрузке, находящейся под внешним напряжением.....	29
12.4	Обработка аварий каналов тока и напряжения при перегреве .....	29
12.5	Обработка информации об отсутствии заземления. ....	29
13	Работа РЕТОМ-71 с блоком преобразователя тока РЕТ-10.....	30
13.1	Общие сведения.....	30
13.2	Основные технические данные и характеристики.....	30
14	Работа РЕТОМ-71 с блоком преобразователя напряжения РЕТ-ТН.....	32
14.1	Общие сведения.....	32
14.2	Основные технические данные и характеристики.....	32
15	Работа РЕТОМ-71 с блоком временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS .....	34
15.1	Общие сведения.....	34
15.2	Основные технические данные и характеристики.....	35
16	Проверка комплекса .....	37
17	Возможные неисправности и способы их устранения.....	37
18	Правила хранения и транспортирования.....	37
19	Сведения об утилизации .....	37

# 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™-71<sup>1</sup> – 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.

РЕТОМ-71 – первый комплекс в линейке РЕТОМ с классом точности 0,1%, ориентированный на проведение высокоточной метрологической поверки сложных современных защит, счетчиков электроэнергии, устройств контроля качества электроэнергии и т. д.

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения о технических характеристиках, методиках измерений, методах испытаний и способах применения комплекса программно-технического измерительного РЕТОМ-71.

*Комплексы программно-технические измерительные РЕТОМ-71 зарегистрированы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под № 63956-16.*

---

<sup>1</sup> РЕТОМ™ – зарегистрированная торговая марка. Далее знак опускается.

## 2 Назначение

Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-71 (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 параметров настройки электромеханических, полупроводниковых, микропроцессорных реле и панелей РЗА при эксплуатации энергетических объектов в различных отраслях промышленности.

Комплекс предназначен для проверки всех типов устройств защиты, требующих подачи до шести источников тока и до шести источников напряжения, в том числе требующих фазовое и частотное регулирование.

Комплекс состоит из устройства РЕТОМ-71 (далее – устройство), программного обеспечения и имеет следующие функциональные возможности:

- Генерирует две трехфазные системы тока и две трехфазные системы напряжения, которые управляются независимо друг от друга по модулю, фазе и частоте. Это 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 подаче сигналов толчком;
- С помощью дискретных сигналов имитирует различные режимы работы внешних элементов схемы защиты, создавая корректные условия проверки различных ее функций;
- Принимает и обрабатывает поступающую дискретную и аналоговую информацию, контролируя реакцию защиты на текущее воздействие;
- Измеряет временные характеристики защиты и регистрирует работу его дискретных выходов;
- Выполняет проверки защиты при различных уровнях питающего напряжения;
- Осциллографирует как выдаваемые, так и внешние аналоговые сигналы, позволяя сопоставить 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 токовых клещей), основную частоту и спектральный состав сигнала, фазовый угол между двумя сигналами и т.д.;
- Большой набор программных модулей позволяет автоматически оценивать правильность защитных функций и точность параметров и уставок практически всех видов устройств РЗА и создавать протоколы их испытаний. При этом предоставлена возможность наблюдать на экране компьютера весь ход проверки, анализировать промежуточные результаты и, в необходимых случаях, корректировать условия проверки;
- Совместно с устройством РЕТОМ-61850 позволяет в реальном времени обмениваться с проверяемой защитой логическими сигналами в виде GOOSE-сообщений и подавать цифровые данные тока и напряжения в виде SV-потока в соответствии с МЭК 61850;
- Совместно с устройством РЕТ-GPS можно создать диагностическую систему, состоящую из двух 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 требования, изложенные в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок» 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 руководстве по эксплуатации. Следование инструкциям, приведенным в данном руководстве, также является частью следования правилам техники безопасности.



#### **ВНИМАНИЕ!**

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 шиной заземления. Используйте точку заземления, расположенную как можно ближе к проверяемому объекту. Необходимо обратить внимание на заземление еще до начала проведения работ, так как устройство имеет систему контроля заземления (СКЗ). Для её корректной работы необходимо придерживаться следующего алгоритма действий:

1. Подключить устройство к трёхполюсной розетке питания.
2. Подключить устройство к компьютеру. Включить в программе управления программный выключатель. В окошке статуса, при рабочем заземлении, появится сообщение (знак заземления) = 1.
3. Так как провод заземления, присутствующий в кабеле питания, не может гарантировать качественное соединение, **НАСТОЯТЕЛЬНО РЕКОМЕНДУЕТСЯ**, воспользоваться отдельной клеммой заземления и специальным проводом из комплекта аксессуаров.
4. После успешного выполнения пункта 2 и 3 подключить проверяемое устройство.
5. РЕТОМ контролирует заземление при каждом включении программного выключателя.

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», 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. Возможна организация питания по схеме «фаза–фаза», (например, на тяговых железнодорожных подстанциях) однако напряжение не должно превышать 240 В переменного тока.

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.


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

Если комплекс был перенесен с мороза в теплое помещение, перед работой необходимо, чтобы устройство прогрелось до комнатной температуры. Для этого необходимо выдержать его в нормальных климатических условиях не менее 4 x часов.



### **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ!**

Убедитесь в том, что клеммы проверяемого объекта, которые должны быть подсоединены к устройству, не находятся под напряжением. Во время проведения работ комплекс должен быть единственным допустимым источником тока и напряжения для проверяемого объекта.

Свечение индикаторов «», расположенных на передней панели устройства, указывает, что на выходных клеммах имеется или возможно появление опасного для жизни напряжения. Все переключения и коммутации необходимо проводить при выключенном программном рубильнике.



### **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

- эксплуатация устройства с поврежденным корпусом;
- подсоединять и отсоединять проверяемый объект при включении в сеть. На них может присутствовать смертельно опасное напряжение. Все переключения и коммутации необходимо проводить при выключенном приборе;
- работать с устройством лицам, не имеющим допуска. К работе с блоком допускается персонал, имеющий группу допуска не ниже третьей;
- работать с устройством без установки защитного заземления;
- использовать устройство без ознакомления с руководством по эксплуатации РЕТОМ-71;
- вставлять какие-либо предметы (например, куски провода, отвертки и т.п.) в вентиляционные отверстия. Внутри устройства напряжение может достигать 400 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).*

## 4 Состав

4.1 Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-71 включает в себя:

- устройство РЕТОМ-71;
- программное обеспечение (ПО):
  - *Ручное управление независимыми источниками тока и напряжения;*
  - *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);*
  - *Секундомер-регистратор.*

4.2 В комплект поставки комплекса входят (рисунок 4.1):

- устройство РЕТОМ-71;
- программное обеспечение\*;
- комплект запасных частей и принадлежностей согласно паспорту;
- руководство по эксплуатации\*;
- паспорт.

*\* поставляется на электронном носителе, в бумажном виде документация поставляется по дополнительному запросу при заказе оборудования.*

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

- блок однофазного преобразователя тока РЕТ-10;
- блок трехфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН;
- блок временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS;
- устройство РЕТОМ-61850;
- компьютер;
- принтер;
- чемодан повышенной прочности для транспортировки.



Рисунок 4.1 – Состав комплекса



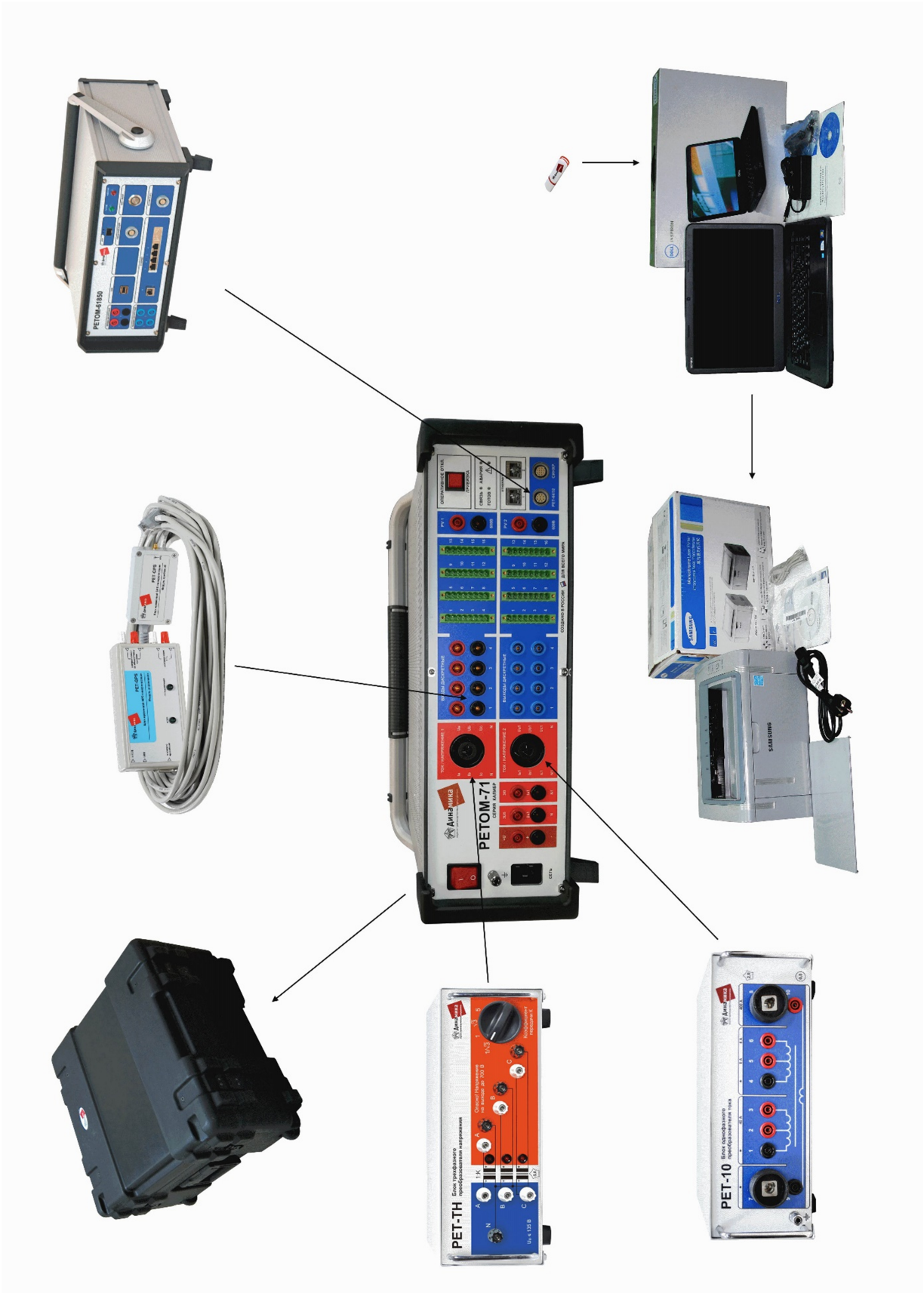


Рисунок 4.2 – Расширенный состав комплекса

## 5 Технические данные

Основные технические данные и характеристики приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Наименование характеристики	Значение
<b>ИСТОЧНИКИ ТОКА</b>	
Количество источников, шт.	2 гальванически развязанные группы по 3 источника, соединенных в звезду
Предел воспроизведения силы переменного тока одного источника (действующее значение), А	20
Предел воспроизведения силы постоянного тока одного источника, А	15
Минимальный шаг изменения силы тока, мА	1,0
Максимальное выходное напряжение (амплитудное значение), В, не более	28
Максимальная выходная мощность одного источника, В·А, не более	250
Суммарная максимальная мощность всех источников в однофазном режиме, В·А, не более	1000
Суммарная максимальная мощность всех источников в трёхфазном режиме, В·А, не более	1500
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока в диапазоне частот от 48 до 52 Гц, А	$\pm(0,0009x + 0,00005X_k)$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, А	$\pm(0,0009x + 0,00005X_k)$
Максимальный ток канала при разных режимах работы источников, А <ul style="list-style-type: none"> <li>• в режиме шести источников или две независимые трехфазные системы, или каждый канал используется независимо</li> <li>• в трехфазном режиме увеличенного тока (три канала по 2 источника соединенных параллельно) *</li> <li>• в однофазном режиме (две группы по 3 источника, где три источника каждой группы соединены параллельно) *</li> <li>• в однофазном режиме (шесть источников двух групп соединены параллельно) *</li> </ul>	20  40  2 × 60  120
Защита выходной цепи каждого источника от: <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрыва в цепи нагрузки</li> <li>- перегрузки по напряжению и искажения формы сигнала</li> <li>- внешнего напряжения</li> </ul>	+  +  +
Уровень срабатывания защиты от перегрузки, В (действующее значение)	19
Время срабатывания тепловой защиты источников тока: <ul style="list-style-type: none"> <li>- при максимальной выходной мощности источника из холодного состояния 20 °С, мин, не менее</li> <li>- при выходной мощности источника в размере 10 % от максимальной выходной мощности</li> </ul>	1  длительно
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	
* Погрешность в этих режимах определяется как корень квадратный из суммы квадратов погрешностей каждого используемого канала.	
Примечание – В формулах абсолютной погрешности приняты следующие обозначения: $X_k$ - конечное значение диапазона изменения соответствующей величины (верхний предел); $x$ - измеренное значение соответствующей величины.	

Продолжение таблицы 5.1

Наименование характеристики	Значение
<b>ИСТОЧНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ</b>	
Количество источников, шт.	6
Предел воспроизведения напряжения переменного тока одного источника (действующее значение), В	140
Предел воспроизведения напряжения постоянного тока (два источника последовательно), В	390
Минимальный шаг изменения напряжения, мВ	1
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 45 до 65 Гц, В	$\pm(0,0004x + 0,00005X_k)$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,0004x + 0,00005X_k)$
Максимальная выходная мощность источника, В·А, не менее	35
Максимальное напряжение при разных режимах работы источников, В - в трехфазном режиме - в однофазном режиме (2 источника соединены последовательно) *	140,00 280,00
Максимальная выходная мощность в режиме постоянного тока при 380 В, Вт, не менее	35
Коэффициент пульсаций напряжения постоянного тока, % от выходного значения, не более	0,1
Защита выходной цепи каждого источника от: - короткого замыкания в цепи нагрузки - перегрузки - внешнего напряжения	+ + +
Уровень срабатывания защиты от короткого замыкания, А:	0,3 (при длительности $\geq 4$ мс)
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
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 $\pm$ 5) °С	
* Погрешность в этих режимах определяется как корень квадратный из суммы квадратов погрешностей каждого используемого канала. Примечание – В формулах абсолютной погрешности приняты следующие обозначения: $X_k$ - конечное значение диапазона изменения соответствующей величины (верхний предел); $x$ - измеренное значение соответствующей величины.	
<b>ИСТОЧНИКИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ</b>	
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	$\pm 0,00001$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты, Гц, в диапазонах частот от 1 до 45 Гц и от 65 до 2100 Гц **	$\pm 0,01$
Диапазон установки угла фазового сдвига синусоидального сигнала на промышленной частоте 50 Гц, градус	от 0 до 360
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, при уровне сигнала в диапазоне от 10 до 100 % от верхнего предела изменения), градус	$\pm 0,1$
Коэффициент нелинейных искажений формы синусоидального сигнала на промышленной частоте (50 Гц), полоса измерения 10 кГц, %, не более - для тока - для напряжения	0,1 0,1
** При частоте выходного сигнала более 250 Гц максимальное значение выходного сигнала уменьшается.	

Продолжение таблицы 5.1

Наименование характеристики	Значение
<b>ИСТОЧНИК НАПРЯЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА (оперативного питания)</b>	
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от 5 до 264
Максимальный выходной ток, А, не менее	1,25
Максимальная выходная мощность, Вт, не менее	100
Коэффициент пульсаций напряжения постоянного тока, при выходном напряжении 220 В и максимальной выходной мощности, %, не более	0,5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,01x + 0,001X_k)$
Задержка включения источника, с, не более	2
Защита выходной цепи от:	
- короткого замыкания	+
- перегрузки	+
- внешнего напряжения	+
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	
<b>МИЛЛИСЕКУНДОМЕР</b>	
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	$\pm (0,001x+0,3)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервалов времени с применением дискретных входов РЕТ-64/32, мс	
- в диапазоне от 1 до 100 мс	±1,0
- в диапазоне св. 100 мс	$\pm (0,001x+1)$
Возможность измерения временных параметров:	
- время срабатывания	+
- время возврата	+
- длительность замкнутого (разомкнутого) состояния	+
- разновременность срабатывания и отпускания контактов	+
- длительность дребезга контактов	+
<b>АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ</b>	
Количество, шт.	2
Номинальная частота сигнала, Гц	50
Диапазоны измерения напряжения постоянного и переменного тока, В	0,06 – 6; 6 – 600
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока, В	$\pm(0,001x + 0,0001X_k)$
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	+
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 °С от нормальной температуры (20 ± 5) °С	
<i>Примечание – В формулах абсолютной погрешности приняты следующие обозначения:</i>	
<i>X<sub>к</sub> - конечное значение диапазона изменения соответствующей величины (верхний предел);</i>	
<i>x - измеренное значение соответствующей величины.</i>	

Продолжение таблицы 5.1

Наименование характеристики	Значение	
<b>ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ</b>		
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	
<b>ДИСКРЕТНЫЕ ВЫХОДЫ</b>		
Количество, шт.	12	4
Тип	Транзистор	Реле
Коммутационная способность при активной нагрузке:		
- сила постоянного тока, А	0,12	5
- напряжение постоянного тока, В	400	250
- сила переменного тока, А	0,085	16
- напряжение переменного тока, В	285	250
Собственное время срабатывания дискретного выхода на замыкание, мс, не более	1	20
Собственное время срабатывания дискретного выхода на размыкание, мс, не более	1	20
<b>ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>		
Количество входных GOOSE-сообщений	16	
Количество выходных GOOSE-сообщений	16	
Воспроизведение токов и напряжений по записанным осциллограммам:		
- формат записи	COMTRADE	
- максимальная длительность воспроизводимой осциллограммы, с, не менее	10	
- точность воспроизведения дискретных сигналов, мс, не более	1,0	
- частота дискретизации воспроизводимых аналоговых сигналов	200 точек на период (20 мс)	
Соединение синхронизируемых устройств:		
- в одном помещении, с применением кабеля синхронизации	до 9 устройств	
- на смежных помещениях, с применением блока РЕТ-GPS	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	
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015	IP20	
Испытательное напряжение изоляции цепей питания относительно корпуса устройства, В (переменное)	1500	
Испытательное напряжение изоляции токоведущих частей (кроме аналоговых входов) относительно корпуса/цепей питания, В (переменное)	1500	
Испытательное напряжение изоляции гальванически изолированных источников относительно других групп, В (переменное)	1500	
Испытательное напряжение изоляции гальванически изолированных источников напряжения и тока первой группы относительно гальванически изолированных источников тока второй группы, В (переменное)	1500	
Испытательное напряжение изоляции аналоговых входов относительно корпуса/цепей питания, В (переменное)	2000	
Испытательное напряжение изоляции дискретных входов относительно друг друга, В (переменное)	500	
Масса устройства, кг, не более	16	
Габаритные размеры устройства (без ручки) Ш×В×Г, мм, не более	500 × 180 × 380	
Габаритные размеры устройства (с ручкой) Ш×В×Г, мм, не более	500 × 150 × 470	

Продолжение таблицы 5.1

Наименование характеристики	Значение
<b>УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °С	от 0 до 50
Температура нормальных условий, °С	20 ± 5
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °С	от -50 до +70
Диапазон температур окружающей среды при транспортировании, °С	от -50 до +70
Относительная влажность воздуха, %, не более	95
Атмосферное давление, кПа	от 79 до 106,7
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 30631-99	M23
Питание устройства: - однофазная сеть, В - частота питающей сети, Гц - потребляемая мощность, В·А, не более	220 – 120 (+ 44) от 45 до 65 3600
<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ</b>	
Средний срок службы устройств, лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	25000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	3

## 6 Технические требования к персональному компьютеру

Устройство РЕТОМ-71 работает под управлением компьютера со следующими минимальными параметрами:

- Процессор двухъядерный, с частотой не менее 2160 МГц;
- Оперативная память не менее 8 гигабайт;
- Операционная система Windows 7 (все версии, кроме Starter Edition), Windows 8, Windows 10, Windows 11 (рекомендуем версию 64 бит);
- Экран с разрешением не менее 1366x768;
- Наличие Ethernet и USB портов;
- Свободное место на жестком диске более 1 гигабайта.

## 7 Структура и принцип работы комплекса

Структура комплекса представлена на рисунке 7.1

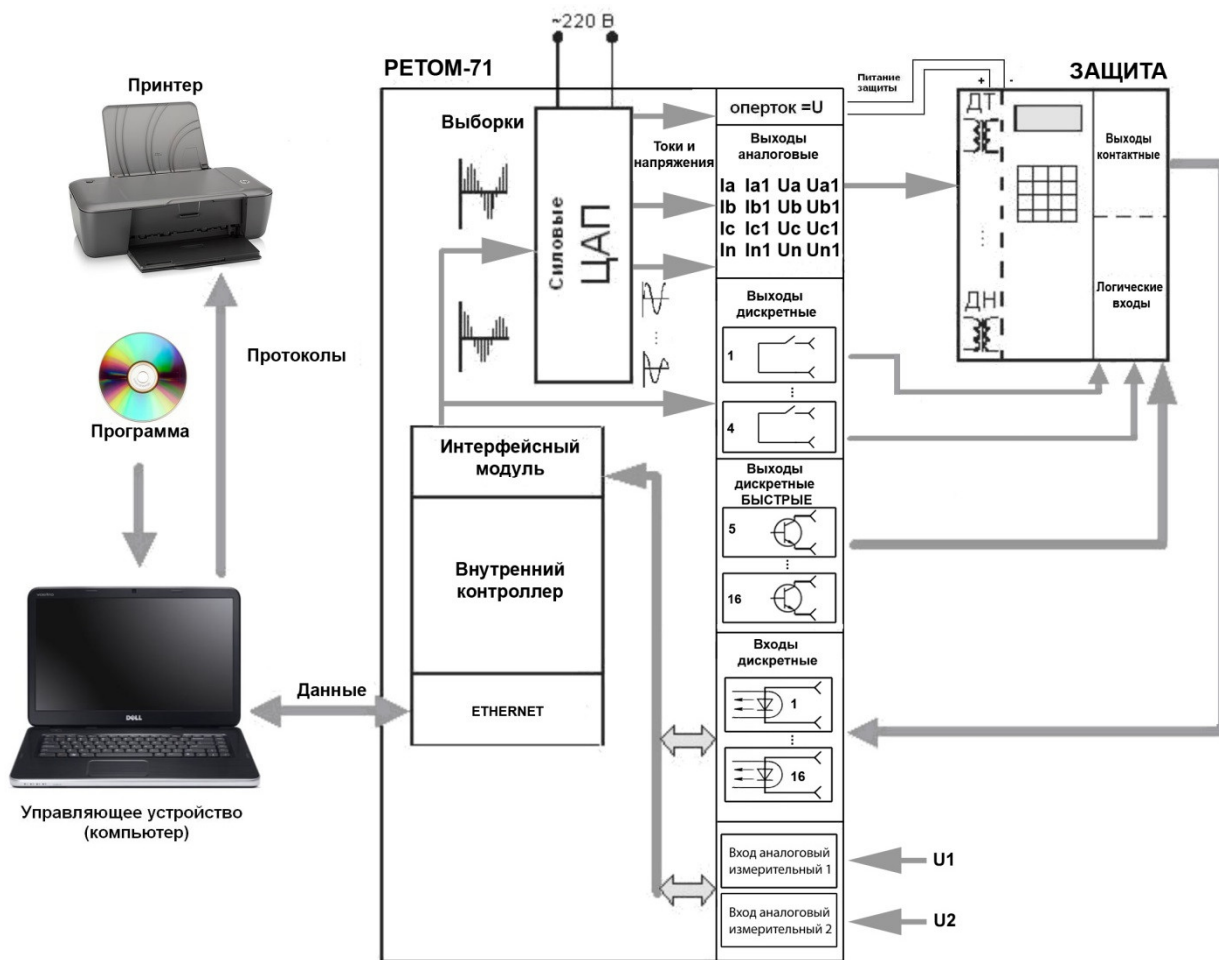


Рисунок 7.1 – Структура комплекса PETOM-71

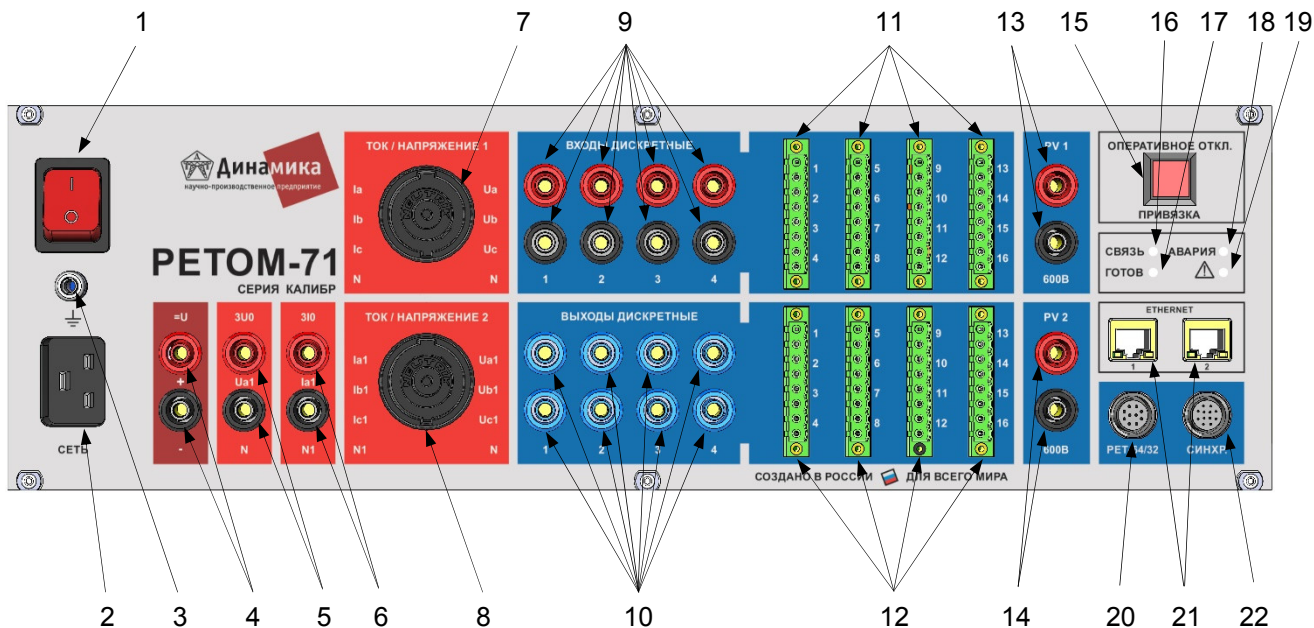
Пользователь с помощью программы управления комплексом задает режим его работы. Компьютер в соответствии с заданным алгоритмом делает необходимые вычисления и передает данные на внутренний контроллер устройства PETOM-71. По полученной информации внутренний контроллер рассчитывает массив цифровых выборок тока и напряжения. Интерфейсный модуль передает эти выборки на цифро-аналоговые преобразователи, которые формируют аналоговый сигнал для соответствующих усилителей. На выходе усилителей появляются аналоговые сигналы тока  $I_A, I_B, I_C, I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}$  и напряжения  $U_A, U_B, U_C, U_{A1}, U_{B1}, U_{C1}$  заданных величин, которые подаются на измерительные входы проверяемой защиты.

Состояние дискретных выходов проверяемого устройства защиты и входы АЦП опрашиваются внутренним контроллером, который синхронизирует это все с реальным временем, обрабатывает и передает данные в компьютер. Полученная информация анализируется в соответствии с алгоритмом работы, и регистрируется в виде параметров срабатывания для протокола испытаний.

Для создания определенных условий работы проверяемой защиты контроллер управляет своими дискретными выходами, имитируя работу различных сигналов, таких как ускорение, РПО, РПВ, блокировка 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.

## 8 Назначение элементов управления устройства РЕТОМ-71

Все операции по подключению проверяемого устройства РЗА к устройству РЕТОМ-71 осуществляются на его лицевой панели (рисунок 8.1). На панели цветовыми фрагментами выделены функционально объединенные элементы.



Перечень основных элементов:

- 1 – выключатель «Сеть»;
- 2 – разъём для подключения устройства к сети ~220 В;
- 3 – клемма заземления;
- 4 – клеммы выхода источника питания =U;
- 5 – клеммы выхода фазы А1 источника напряжения (частичный дубль поз.8);
- 6 – клеммы выхода фазы А1 источника тока (частичный дубль поз.8);
- 7 – разъём для подключения внешнего силового кабеля источников тока/напряжения (фазы А, В, С);
- 8 – разъём для подключения внешнего силового кабеля источников тока/напряжения (фазы А1, В1, С1);
- 9 – клеммы дискретных входов 1-4 (частичный дубль поз.11);
- 10 – клеммы дискретных выходов 1-4 (частичный дубль поз.12);
- 11 – разъёмы дискретных входов 1-16;
- 12 – разъёмы дискретных выходов 1-16 (5-16 – быстрые);
- 13 – клеммы аналогового входа 1;
- 14 – клеммы аналогового входа 2;
- 15 – кнопка экстренного обнуления выдаваемых значений тока (поз. 5, 7, 8), напряжения (поз.6, 7, 8) и источника питания (поз.4),  
/ кнопка «ПРИВЯЗКА» – устанавливает связь компьютера с РЕТОМ-71;
- 16 – индикатор «СВЯЗЬ» - наличие связи между РЕТОМ-71 и компьютером;
- 17 – индикатор «ГОТОВ» - готовность к работе с программами РЕТОМ-71;
- 18 – индикатор «АВАРИЯ»;
- 19 – индикатор « $\Delta$ » - наличие на выходах опасного напряжения;
- 20 – разъём для подключения РЕТ-64/32 или РЕТОМ-61850;
- 21 – разъёмы Ethernet для подключения к компьютеру;
- 22 – разъём синхронизации.

Рисунок 8.1 – Лицевая панель РЕТОМ-71



## 8.1 Каналы тока

Каналы тока имитируют для проверяемого устройства РЗА сигналы первичных измерительных трансформаторов тока. В устройстве 6 каналов, которые могут использоваться индивидуально для создания системы из 6-и независимых источников тока или двух трехфазных систем. В некоторых случаях для увеличения мощности и как следствие большего значения тока, до 40 А, их можно объединить парно  $I_A + I_{A1}$ ,  $I_B + I_{B1}$ ,  $I_C + I_{C1}$ , и получить одну трехфазную систему. Если необходимо еще большая величина тока, то всех их можно объединить параллельно. В этом случае в пределе можно получить 120 А, но использовать такую величину можно только кратковременно.

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 каждого из шести каналов не превышает 250 Вт. Превышение этого напряжения приводит к срабатыванию защиты по перегрузке с выдачей сигнала обрыва (XX).

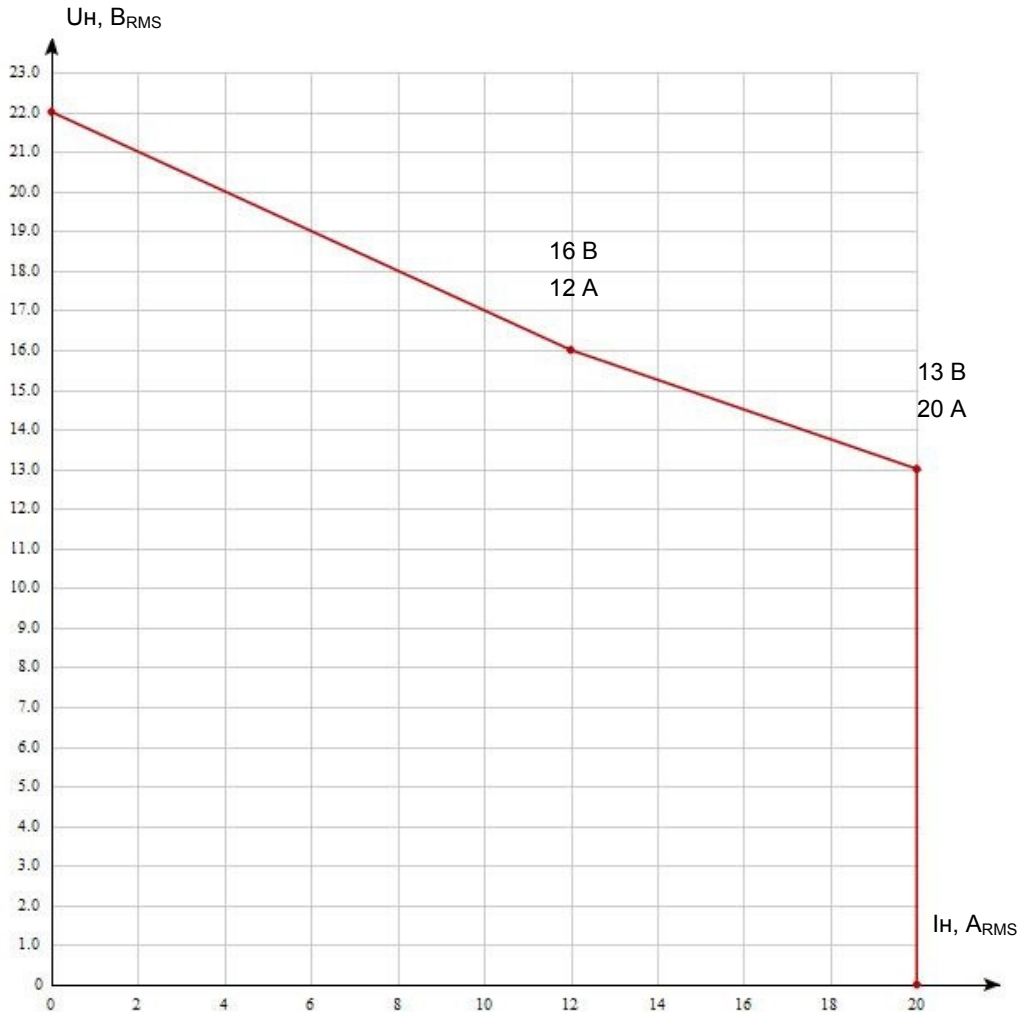


Рисунок 8.2 – Характеристика предельных режимов каналов тока

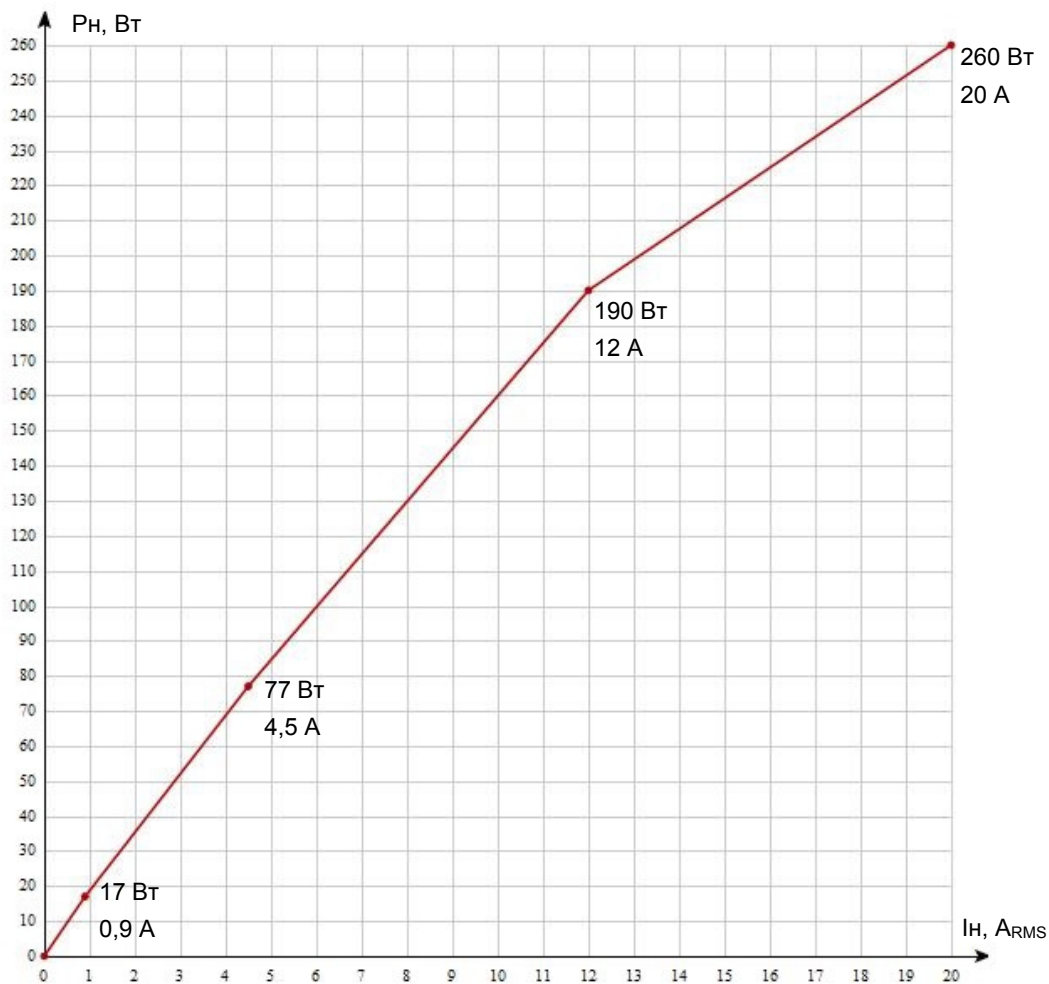


Рисунок 8.3 – Нагрузочная характеристика усилителей тока

Все подключения к проверяемому объекту при подаче сигналов тока должны быть выполнены с помощью кабелей из комплекта поставки. Это позволит избежать поломки клемм, а также их перегрева.

Назначение контактов силовых разъёмов (поз. 7, 8, рисунок 8.1) указано на рисунке 8.5. Подключение к разъемам производится с помощью кабелей КС-71.01.

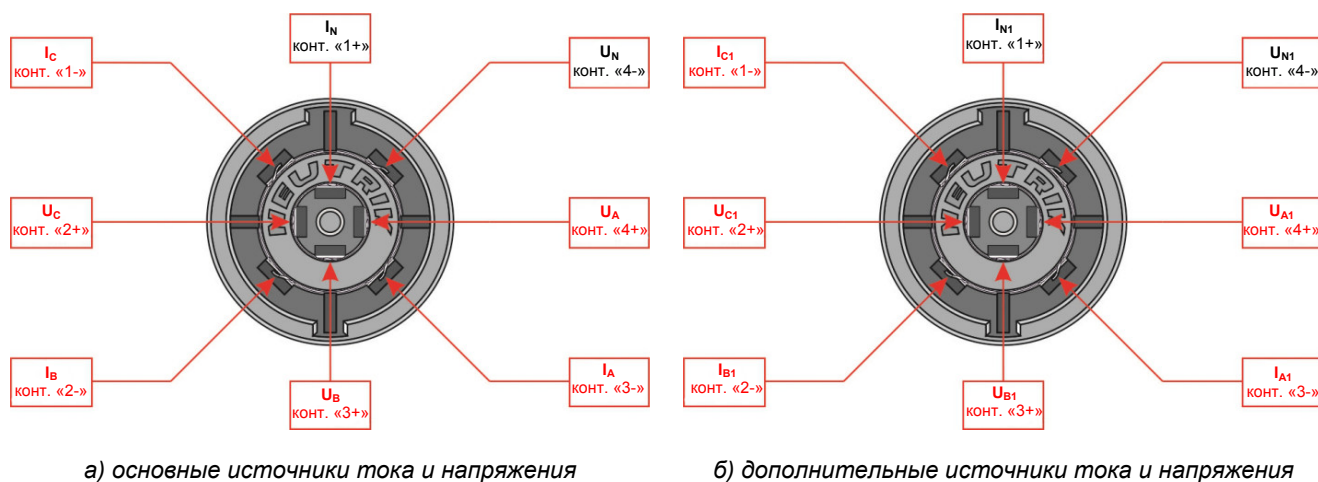


Рисунок 8.5 – Разъемы для подключения силовых кабелей тока и напряжения

## 8.2 Каналы напряжения

Каналы напряжения имитируют для проверяемого устройства РЗА сигналы первичных измерительных трансформаторов напряжения. В устройстве имеется шесть зависимых источников с объединенной общей точкой. С их помощью легко создается две трехфазные системы напряжения с выходным уровнем до 140 В на фазу, если надо увеличить напряжение, то, соединив два источника последовательно, можно получить 280 В.

Назначение контактов силового разъема (поз. 7, 8 рисунок 8.1) указано на рисунке 8.5. Подключение к разъемам производится с помощью кабелей КС-71.01.

Канал напряжения имеет линейную нагрузочную характеристику.

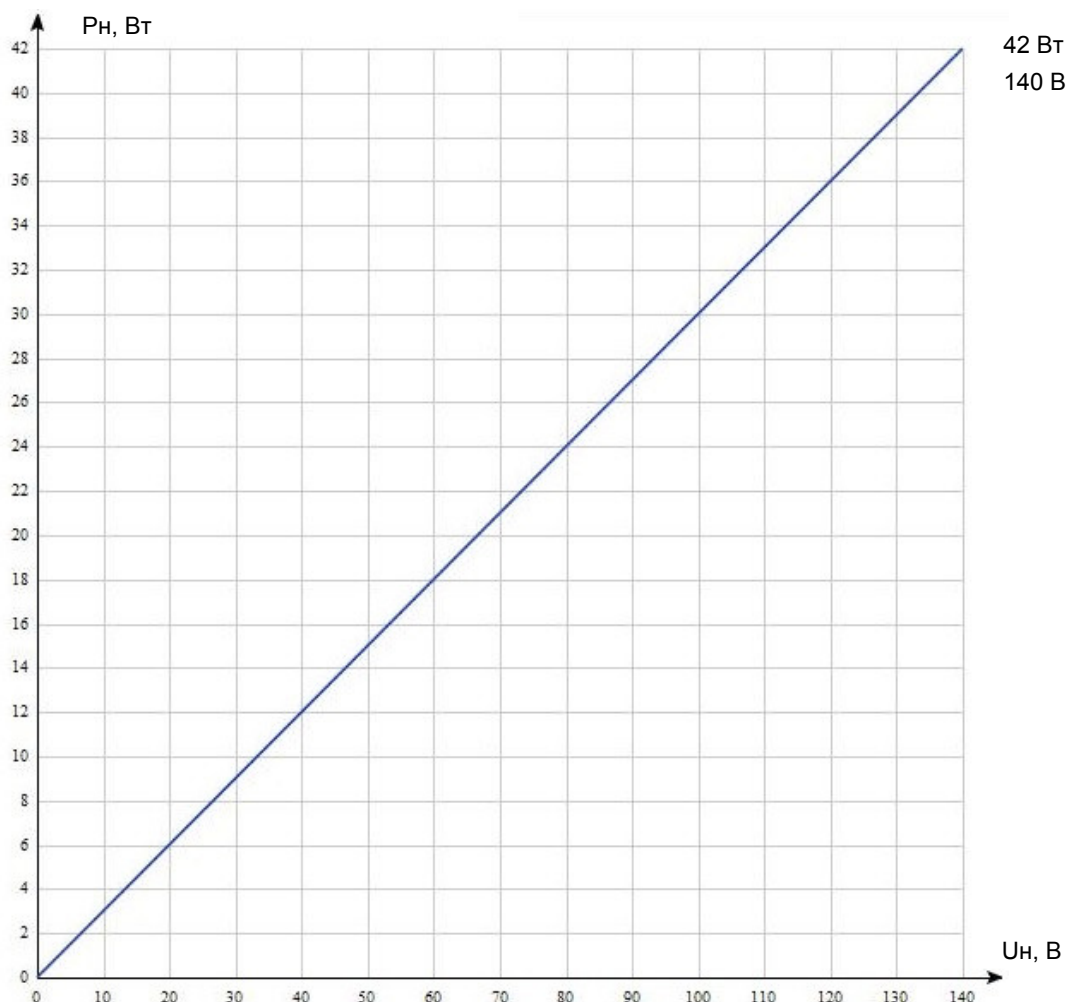


Рисунок 8.6 – Нагрузочная характеристика усилителей напряжения

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

## 8.3 Дискретные входы

РЕТОМ-71 имеет 16 входов дискретных сигналов, выведенных на разъемы и клеммы *Входы дискретные* (поз. 9, 11, рисунок 8.1). Для удобства и оперативности подключения 4 из них выведены на клеммы. Входы дискретные позволяют считывать состояние не только свободных («сухих») контактов, но и контактов под напряжением постоянного тока до  $\approx 300$  В, выходы типа «открытый коллектор», а также сигналы TTL-уровня. Опрос состояния проводится каждые 100 мкс. Все каналы независимы и гальванически разделены.

## 8.4 Дискретные выходы

РЕТОМ-71 имеет 16 дискретных выходов (поз. 10, 12, рисунок 8.1): 4 релейных и 12 транзисторных (быстрых). Разъемы *Выходы дискретные*: выходы 1-4 – релейные, выходы 5-16 – транзисторные (быстрые). Четыре релейных выхода дополнительно выведены на клеммы. Коммутационные возможности релейных выходов представлены на рисунках 8.7 и 8.8.

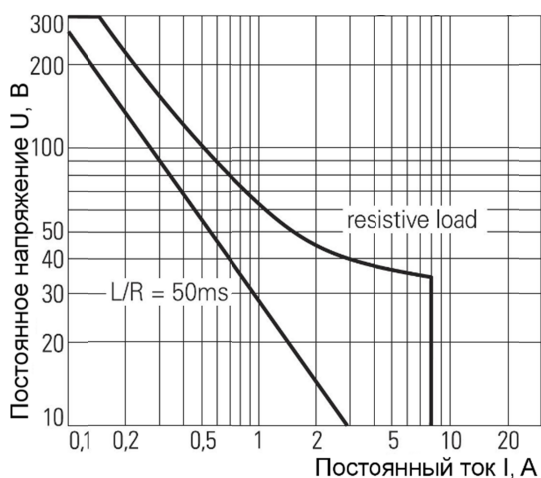


Рисунок 8.7 – Коммутационная способность выходных реле

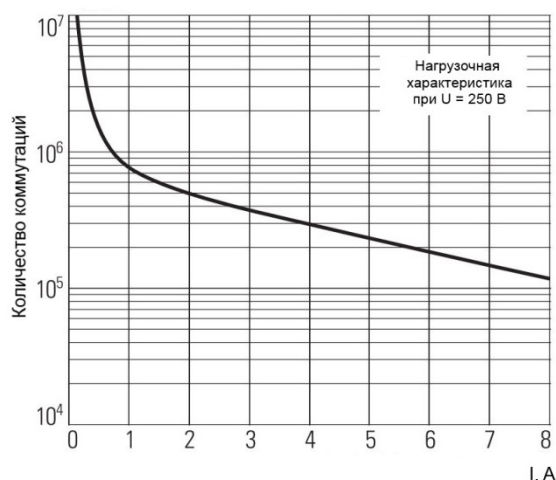


Рисунок 8.8 – Коммутационная износостойкость выходных реле

## 8.5 Аналоговые входы

Входы потенциальные, изолированные (поз. 13,14, рисунок 8.1). Каждый вход имеет автоматический переключатель пределов измерения. Максимально допустимое входное напряжение составляет 600 В. Защита входов обеспечивается входным сопротивлением. Каналы независимы и гальванически разделены.

Измерение тока при необходимости производится при помощи токовых клещей или шунта.

ПО комплекса также позволяет использовать аналоговые входы для осциллографирования входных сигналов. Частота дискретизации составляет 100 мкс.

## 8.6 Совместная работа нескольких устройств РЕТОМ-71

При необходимости выполнения некоторых сложных видов испытаний устройств РЗА возможно одновременное использование до 9 устройств РЕТОМ-71. На лицевой панели устройства имеется *разъем синхронизации* (поз. 22, рисунок 8.1). Это позволяет синхронизировать частоту и фазу воспроизводимых сигналов при совместной работе нескольких устройств РЕТОМ-71, а также совместить временные метки регистрируемых параметров. Для соединения устройств используется кабель синхронизации (не входит в комплект поставки) или блок временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS при удаленных проверках.

Кроме того, в устройство встроена схема синхронизации РЕТОМ-71 с питающей сетью, что позволяет устройству генерировать сигналы токов и напряжений с частотой сети, и даёт возможность проводить проверки устройств РЗА, требующих синхронных с сетью сигналов, либо проверку несколькими устройствами РЕТОМ-71.

При совместной работе устройства РЕТОМ-71 могут управляться от индивидуальных компьютеров или от одного компьютера с достаточной производительностью. Синхронизация устройств возможна в обоих случаях.

## **8.7 Клемма заземления**

Клемма заземления (позиция 3, рисунок 8.1) обеспечивает защиту персонала и электромагнитную совместимость.

## **8.8 Индикатор «ГОТОВ», порт Ethernet, кнопка «ПРИВЯЗКА»**

Индикатор «ГОТОВ» (позиция 17, рисунок 8.1) указывает на запуск внутреннего компьютера и готовность устройства к работе с программами РЕТОМ-71.

Устройство подключается к компьютеру по каналу связи ETHERNET (позиция 21, рисунок 8.1), обеспечивающему сетевые возможности и повышенную помехозащищённость.

Кнопка «ПРИВЯЗКА» (позиция 15, рисунок 8.1) используется при первом включении для подключения устройства к компьютеру.

## 9 Схемы подключения

Все коммутации и подключения к РЕТОМ-71 осуществляются на его лицевой панели.

Кабели выполнены из проводов повышенной гибкости и снабжены защищенными штекерами со сдвигаемыми изоляторами.

### 9.1 Типовая схема включения

Принципиальная схема подключения типовых устройств РЗА к устройству РЕТОМ-71 в трехфазном режиме приведена на рисунке 9.1.

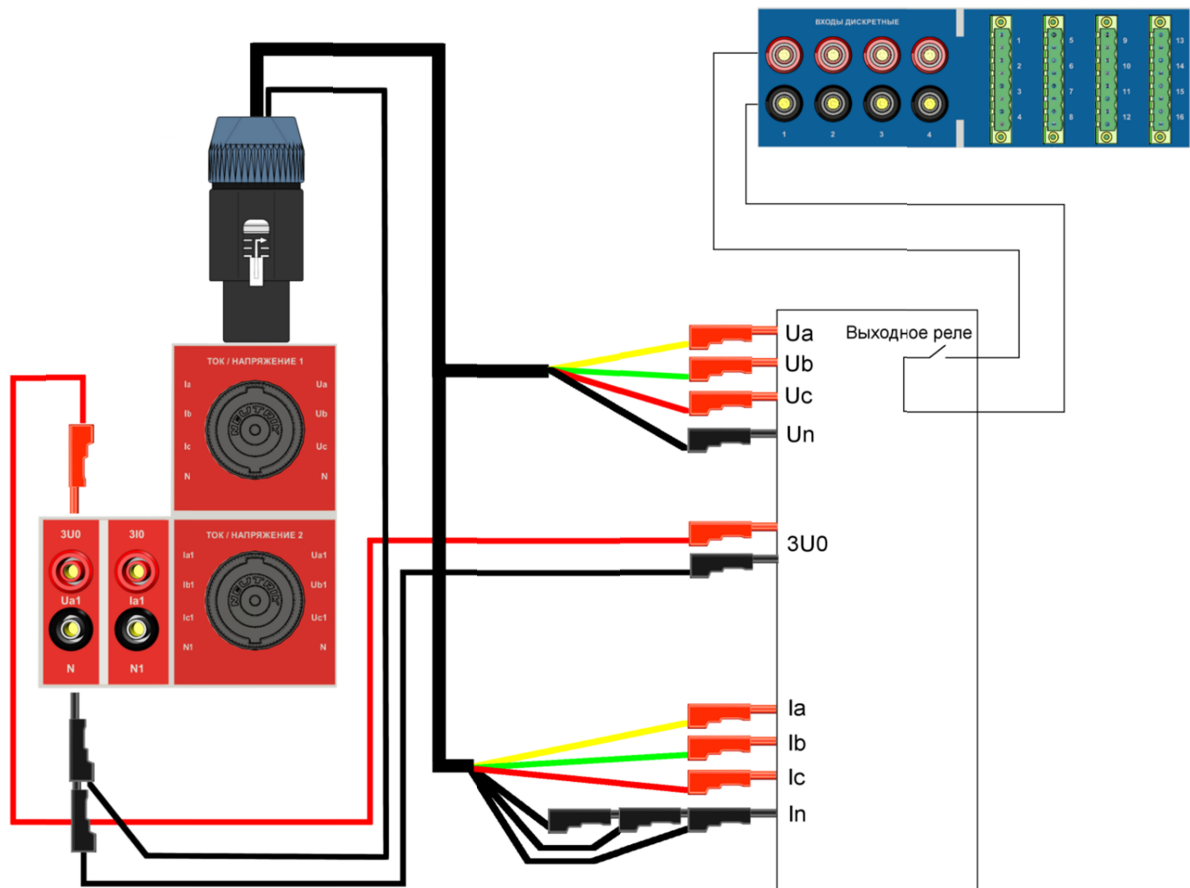


Рисунок 9.1 – Схема подключения к устройствам РЗА по 3-х фазной цепи тока и напряжения

Основные особенности схемы:

- каналы напряжения  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$  обеспечивают напряжение до 140 В (каждый канал);
- все каналы дискретных входов/выходов гальванически разделены друг от друга и других источников устройства. Это дает возможность осуществлять произвольные подключения цепей РЗА без риска коротких замыканий.

## 9.2 Подключение дифференциальных защит

Дифференциальные защиты, как правило, являются лишь одним из видов защит, обеспечиваемых комплектным устройством РЗА, и общая схема проверки может быть достаточно сложной. Однако для проверки функционирования и характеристик именно дифференциальной защиты необходимо располагать лишь двумя независимыми источниками тока.

Принципиальная схема подключения дифференциальных устройств РЗА к устройству РЕТОМ-71 в трехфазном режиме приведена на рисунке 9.2. Максимальный ток каждого токового канала в этом режиме составляет 20 А.

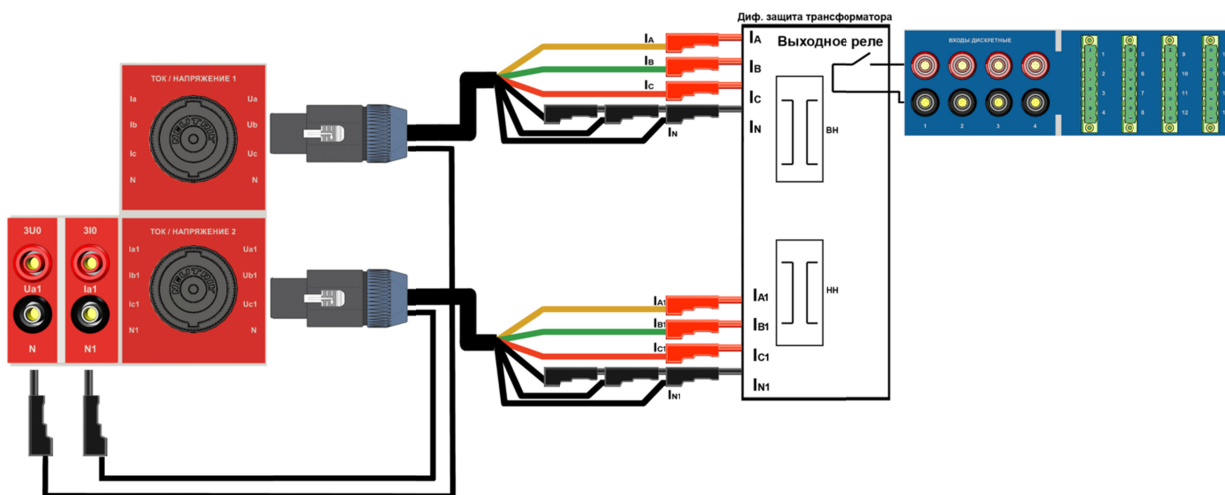


Рисунок 9.2 – Пример подключения дифференциальной защиты двухобмоточного трансформатора к РЕТОМ-71

## 9.3 Включение в однофазных режимах

Устройство РЕТОМ-71 допускает параллельное включение усилителей тока. В зависимости от способа управления ими устройство обеспечивает однофазный режим работы с выдачей тока до 120 А, два независимых однофазных источника 60 А, источник постоянного тока 15 А.

Снятие тока с выходов усилителей РЕТОМ-71 производится с помощью кабеля КС-71.01 (КС-71.02), суммирование токов осуществляется путем параллельного соединения выходных штекеров (рисунки 9.3 и 9.4). При этом подключение дополнительных штекеров  $I_N$  ( $I_{N1}$ ) к гнездам устройства обязательно. В противном случае, так как контакты разъема не рассчитаны на такую токовую нагрузку, возможно их термическое повреждение и возгорание.

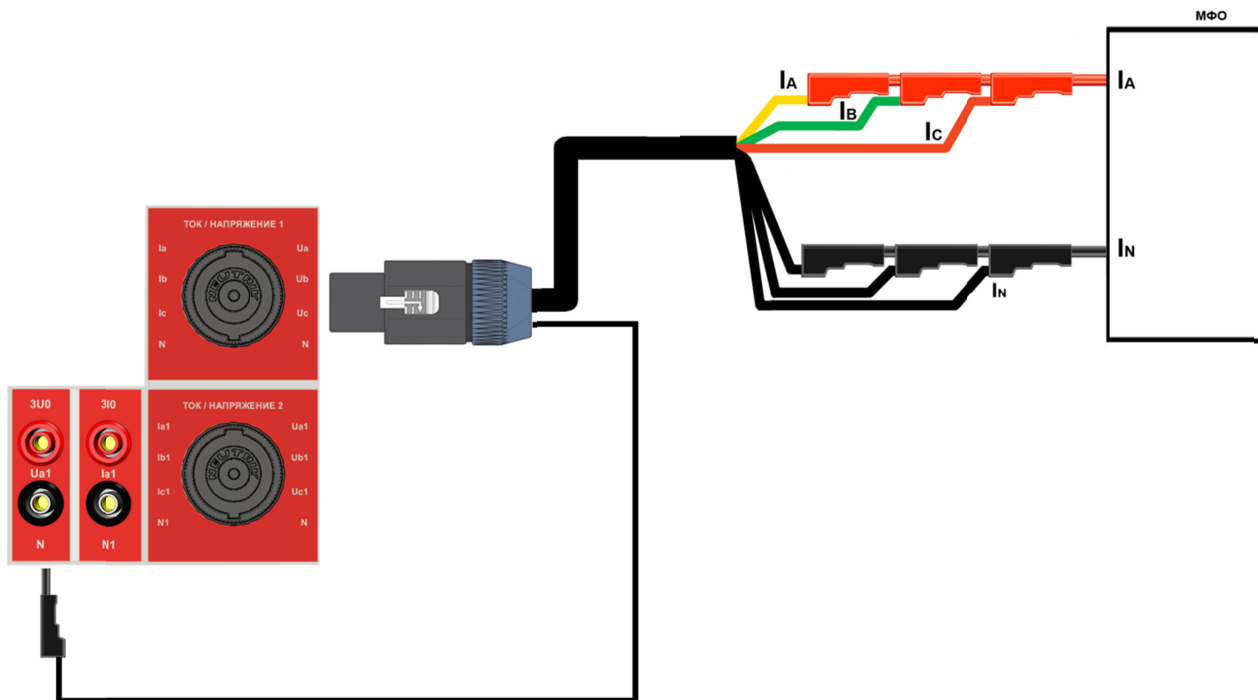


Рисунок 9.3 – Однофазное подключение токовых цепей

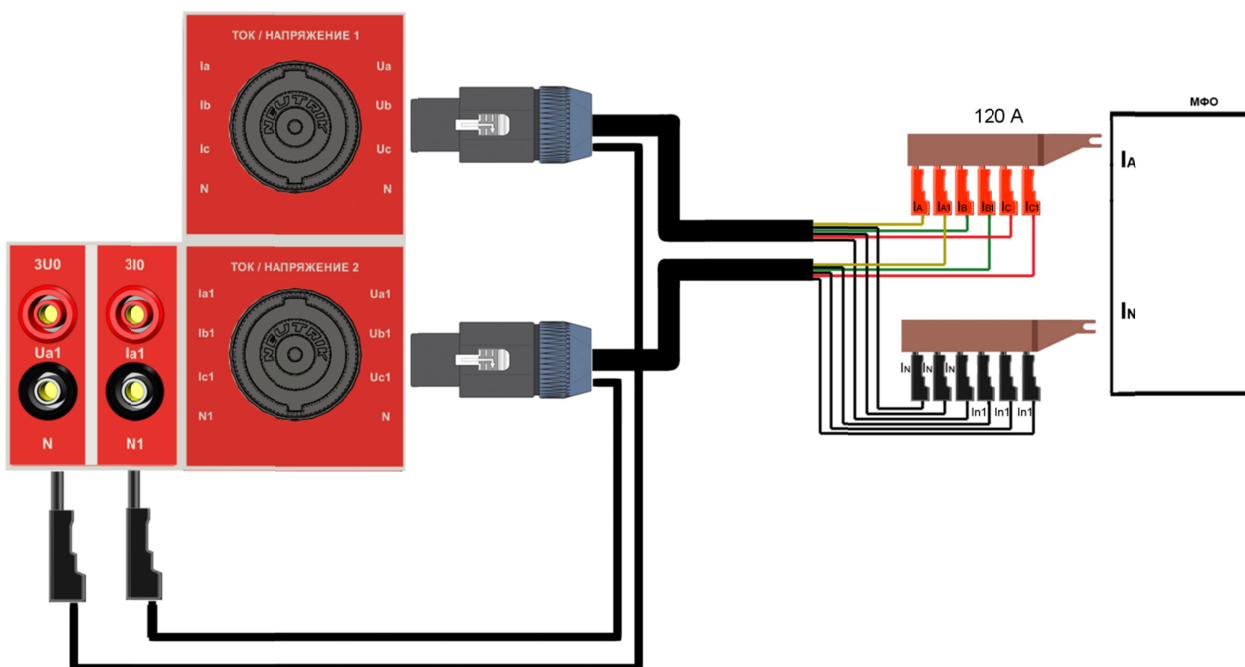


Рисунок 9.4 – Использование объединяющего устройства (сумматора) для тока более 100 А



## 10 Работа с устройством РЕТОМ-71

Устройство РЕТОМ-71 работает под управлением компьютера. Программное обеспечение делится на программное обеспечение (входит в комплект поставки) и комплект специальных программ, которые поставляются по требованию заказчика.


Поставляемое программное обеспечение включает в себя следующие программы:

- ручное управление независимыми источниками тока и напряжения;
- 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);
- секундомер-регистратор.

Подробно работа с программной частью описана во встроенном в программное обеспечение разделе «Помощь».

## 11 Правила эксплуатации

Устройство РЕТОМ-71 является сложным электронным устройством, требующим повышенного внимания и осторожности. При этом необходимо соблюдать следующие правила:

- диапазон рабочих температур устройства составляет от 0 до плюс 50 °С, поэтому после длительного пребывания устройства на морозе перед эксплуатацией необходимо прогреть РЕТОМ-71 не менее 4 ч, не включая его, так как в этих условиях возможно «выпадение росы» и её необходимо просушить;
- подключение к сети питания производить с учетом того, что в максимальном режиме устройство потребляет ток до 16 А. Также надо учесть, что из-за заряда конденсаторов при первом включении устройства и во время работы в импульсном режиме возможно кратковременное (на 40-100 мс) увеличение тока до 20 А и более;
- компьютер и устройство РЕТОМ-71 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, чтобы работающие вентиляторы внутри прибора быстрее его охладили;
- 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-71 работает только под управлением операционной системы Windows (XP и выше);
- для запуска программ РЕТОМ-71 необходимо дождаться загорания надписи «ГОТОВ» на передней панели устройства;
- выключать РЕТОМ-71 разрешается только после закрытия программы РЕТОМ-71 или после нажатия на программную кнопку Выключение  на панели инструментов;
- кнопка «Оперативное отключение» предназначена для экстренного обнуления всех выходных сигналов. При этом прибор не отключается, а происходит выключение программного рубильника. После её нажатия необходимо заново запускать процесс проверки;
- нет необходимости нажимать кнопку «ПРИВЯЗКА» при каждом включении прибора, используйте ее только если имеются проблемы с подключением.

**ВНИМАНИЕ!** Порядок подключения устройства к компьютеру и работа с программой управления описана во встроенном в программное обеспечение разделе «Помощь».

## 12 Обработка аварий РЕТОМ-71

В устройстве имеются следующие виды защит:

- защита и сигнализация о наличии холостого хода в цепях тока. Защита срабатывает при превышении выходного напряжения порога в 19 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 непрерывной работы составляет несколько минут;
- защита и сигнализация о неисправностях в линии связи с компьютером. Выдается сообщение о том, что устройство РЕТОМ-71 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;
- при больших величинах тестового тока необходимо использовать импульсный режим при автоматическом поиске и задавать минимально достаточные значения времени воздействия;
- для экстренного обнуления всех выходных сигналов служит кнопка аварийного отключения «Оперативное отключение».

### 12.1 Обработка аварий каналов тока

Защита каналов тока построена на превышении выходного напряжения более 28 В (пиковое значение) при токе 20 А. 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 Ia1 Ib1 Ic1) для каждого канала меняется цвет индикаторов с зеленого на красный (рисунок 12.1).

Работать в этом режиме возможно, но при этом не гарантируется точность выдаваемого тока, его вообще может не быть при разомкнутой цепи (холостой ход). Работа в этом режиме не рекомендуется, но в некоторых случаях, это позволяет довести проверку до конца, контролируя ток внешним прибором.



а) нормальная выдача тока, индикаторы «Статус сигналов» с зелёным цветом



б) выдача токов в перегруз либо ХХ, индикаторы «Статус сигналов» с красным цветом

Рисунок 12.1 – Окно программы «Ручное управление»

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.

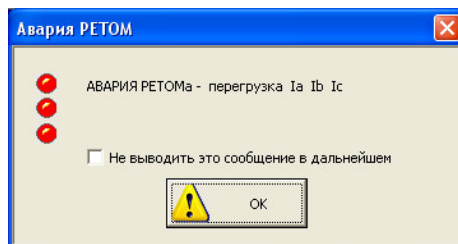


Рисунок 12.2 – Окно, указывающее на перегрузку токовых каналов (либо на выдачу тока на ХХ).

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. При превышении выходного тока уровня 0,3 А при длительности  $\leq 4$  мс будет происходить ограничение сигнала, а при длительности  $> 4$  мс сработает защита. При срабатывании защиты на экран компьютера выдаётся сообщение «КЗ источника напряжения» и указывается конкретный канал, на котором это произошло (А, В, С, А1, В1 или С1, либо на всех 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, определяющий значение внешнего потенциала. 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 (либо В, С, А1, В1, С1) 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 (либо В, С, А1, В1, С1)». Стоит отметить, что время срабатывания тепловой защиты источников тока при максимальной выходной мощности из холодного состояния 20°C составляет не менее одной минуты, а при выходной мощности источника в размере 10 % от максимальной выходной мощности будет составлять длительное время, 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 неправильно, так как не в состоянии обеспечить безопасность при работе с устройством.

## 13 Работа РЕТОМ-71 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 (далее – блок или РЕТ-10). Блок может быть использован и как самостоятельное устройство – в качестве повышающего или понижающего мощного трансформатора тока.

РЕТ-10 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; 0,1 и др.

Внешний вид блока приведен на рисунке 13.1.



- 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

### 13.2 Основные технические данные и характеристики

13.2.1 Основные технические данные блока приведены в таблице 13.1.

Таблица 13.1

Наименование характеристики		Значение				
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ</b>						
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				

Продолжение таблицы 13.1

Наименование характеристики	Значение
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	

13.2.2 Метрологические характеристики неизменны на протяжении всего срока службы изделия. Калибровка не требуется.

13.2.3 Общие характеристики, условия применения и характеристики надежности приведены в таблице 13.2.

Таблица 13.2

Наименование характеристики	Значение
<b>ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>	
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015:	
- оболочки	IP20
- выходных клемм	IP00
Испытательное напряжение** электрической прочности изоляции между:	
- гальванически разделенными токоведущими деталями, кВ	2
- токоведущими деталями и корпусом, кВ	2
Электрическое сопротивление изоляции, МОм, не менее:	
- между гальванически разделенными токоведущими деталями,	20
- между токоведущими деталями и корпусом	20
Габаритные размеры, мм, не более	345 × 265 × 110
Масса, кг, не более:	
- блока РЕТ-10	16
- блока РЕТ-10 с ЗИП	20
**Напряжение переменного тока, частотой 50 Гц.	
<b>УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °С	от - 20 до + 50
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °С	от 5 до 50
Диапазон температур окружающей среды при транспортировании, °С	от - 50 до + 50
Влажность воздуха при 25 °С, %, не более	80
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 30631-99	M23
<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ</b>	
Средний срок службы, лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	1

## 14 Работа РЕТОМ-71 с блоком преобразователя напряжения РЕТ-ТН

### 14.1 Общие сведения

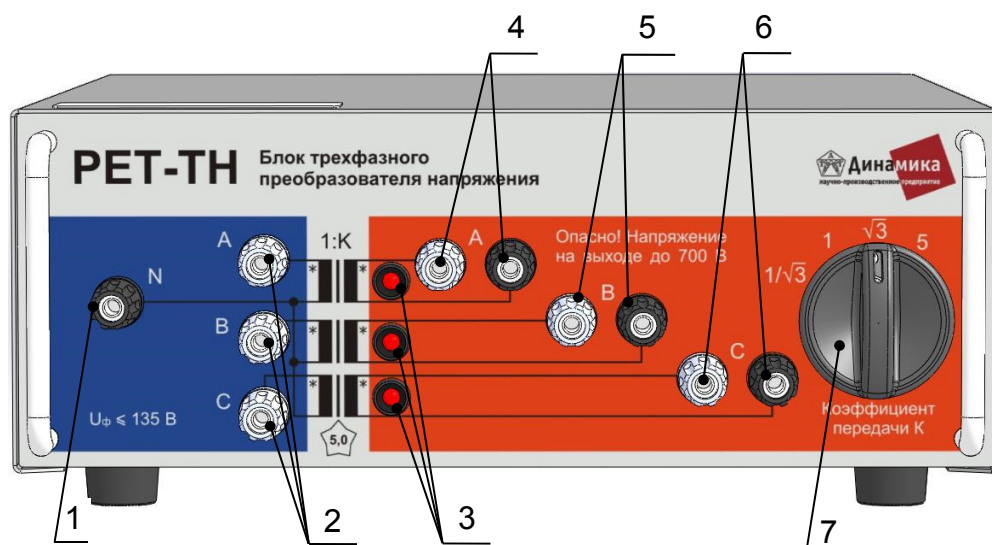
Блок трехфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН (далее - блок или РЕТ-ТН) предназначен для расширения функциональных возможностей комплекса РЕТОМ-71 и позволяет масштабировать трехфазную систему напряжений на выходе устройства с коэффициентами трансформации  $5$ ;  $\sqrt{3}$ ;  $1$  и  $1/\sqrt{3}$ .

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 одновременной подачи напряжений «звезды» и «разомкнутого треугольника».

Внешний вид блока и назначение элементов приведены на рисунке 14.1.



- 1 – общая клемма  $N$  (подключается к клемме  $U_N$  РЕТОМ-71);
- 2 – входы для подключения фаз РЕТОМ-71;
- 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

14.2.1 Основные технические данные блока приведены в таблице 14.1.

Таблица 14.1

Наименование характеристики	Значение
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ</b>	
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

Продолжение таблицы 14.1

Наименование характеристики	Значение			
Выходное напряжение холостого хода при соответствующем К, В	$U_{ВХ} \times K \times K_{Д} \pm 0,02 \times U_{ВХ} \times K \times K_{Д}$			
Коэффициент трансформации К	$1/\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	5
Добавочный коэффициент трансформации К <sub>д</sub>	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

14.2.2 Метрологические характеристики неизменны на протяжении всего срока службы изделия. Калибровка не требуется.

14.2.3 Общие характеристики, условия применения и характеристики надежности приведены в таблице 14.2.

Таблица 14.2

Наименование характеристики	Значение
<b>ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>	
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015:	
- оболочки	IP20
- выходных клемм	IP00
Испытательное напряжение* электрической прочности изоляции между:	
- входными цепями, корпусом и выходными цепями, кВ	5
- выходными цепями, кВ	1,5
- входными цепями и корпусом, кВ	1
Электрическое сопротивление изоляции между:	
- входными и выходными цепями, МОм, не менее	20
- входными и выходными цепями и корпусом, МОм, не менее	20
Габаритные размеры, мм, не более	345 × 265 × 110
Масса, кг, не более	11
**Напряжение переменного тока, частотой 50 Гц.	
<b>УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °С	от - 20 до + 50
Температура нормальных условий, °С	20 ± 5
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °С	от 5 до 50
Диапазон температур окружающей среды при транспортировании, °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 30631-99	M23
<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ</b>	
Средний срок службы, лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	1



## 15 Работа РЕТОМ-71 с блоком временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS

### 15.1 Общие сведения

Блок временной GPS-синхронизации РЕТ-GPS (далее – блок или РЕТ-GPS) предназначен для дистанционной синхронизации выдаваемых сигналов двух и более комплексов РЕТОМ-71 посредством GPS-связи. Это может использоваться для одновременного управления двумя комплексами РЕТОМ-71, 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.

Внешний вид блока приведен на рисунке 15.1.



Рисунок 15.1 – Внешний вид блока РЕТ-GPS

## 15.2 Основные технические данные и характеристики

15.2.1 Основные технические данные блока приведены в таблице 15.1.

Таблица 15.1

Наименование характеристики	Значение
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ</b>	
<b>Антенна</b>	
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
<b>Модуль приемный</b>	
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
<b>Модуль управления</b>	
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

15.2.2 Общие технические данные, условия применения и характеристики надежности указаны в таблице 15.2.

Таблица 15.2

Наименование характеристики	Значение
<b>ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ</b>	
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015: - оболочки (модуль управления) - оболочки (модуль приемный) - входных/выходных клемм	IP41 IP41 IP20

Продолжение таблицы 15.2

<i>Наименование характеристики</i>	<i>Значение</i>
Требования безопасности по ГОСТ IEC 61010-1-2014 - изоляция - степень загрязнения среды	усиленная 2
Испытательное напряжение электрической прочности изоляции выходов относительно цепей питания/корпуса, В	500
Сопротивление изоляции блока, МОм, не менее	20
Масса, кг, не более: - модуль управления - модуль приемный - блок питания - блок (общая масса)	0,4 2,5 0,2 3,1
Габаритные размеры, мм, не более: - модуль управления - модуль приемный	215 × 102 × 50 125 × 70 × 35
<b>УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	
Диапазон рабочих температур окружающей среды, °С: - модуль управления - модуль приемный	от +1 до +40 от -20 до +40
Температура нормальных условий, °С	20 ± 5
Диапазон температур окружающей среды при хранении, °С	от +5 до +50
Диапазон температур окружающей среды при транспортировании, °С	от -50 до +50
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более: - модуль управления - модуль приемный	80 95
Высота над уровнем моря, м, не более	2000
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 30631-99	M23
Параметры электрического питания блока (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
<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ</b>	
Средний срок службы блока, лет	30
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
Среднее время восстановления работоспособного состояния с учетом времени поиска неисправности, ч, не более	1

## 16 Поверка комплекса

Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-71, находящийся в эксплуатации, должен подвергаться периодической поверке. Периодичность поверок устанавливается потребителем в зависимости от интенсивности использования комплекса, но не реже 1 раза в 4 года.

Поверка проводится по методике поверки БРГА.441323.035 МП.

## 17 Возможные неисправности и способы их устранения

Возможные неисправности, внешние проявления	Вероятная причина	Способы устранения
При включении сетевого питания выключатель "Сеть" не светится	обрыв сетевого шнура	устранить обрыв
При установке программного <i>Выключателя</i> на экране ПК в положение <i>Вкл</i> на экране появляется сообщение « <i>Прибор отключен</i> »	- плохой контакт в разъемах кабеля связи ПК - РЕТОМ-71; - устройство РЕТОМ-71 и запуская программа взяты из разных комплектов	- тщательно установить разъемы; - привести в соответствие номера программы и устройства (по паспорту)
Форма кривых токов и напряжений всех каналов искажена (отличается от синусоидальной)	обрыв одного (или более) проводников в кабеле связи ПК - РЕТОМ-71	устранить обрыв
Отсутствуют токи и напряжения на выходе устройства (установка заданий и включение РЕТОМ на экране ПК выполняется нормально)	обрыв проводника в кабеле связи ПК - РЕТОМ-71	устранить обрыв

## 18 Правила хранения и транспортирования

Хранение устройств до ввода в эксплуатацию должно осуществляться в помещениях при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 70 °С и среднегодовом значении относительной влажности 75 % при температуре плюс 27 °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.

Условия транспортирования в части воздействия механических факторов – по группе С ГОСТ 23216-78, в части воздействия климатических факторов – 3 (ЖЗ) по ГОСТ 15150-69.

## 19 Сведения об утилизации

Материалы и комплектующие, используемые при изготовлении устройства РЕТОМ-71, не оказывают вредного влияния на окружающую среду. Требования обеспечиваются схемотехническими решениями и конструкцией устройства.

Особые требования к утилизации устройства РЕТОМ-71 не предъявляются.