



# Трёхфазный тиристорный регулятор ТРМ-3М

ТУ 3428-006-31928807-2014

## Описание и руководство по эксплуатации

- ♦ Подключение нагрузки по схеме звезда и треугольник без нейтрали.
- ♦ 5 способов управления тиристорами (выбирается пользователем).
- ♦ Широкий диапазон напряжения питания нагрузки - 100 ... 480 VAC и частотой - 45 ... 65 Гц.
- ♦ Встроенные быстродействующие предохранители для защиты тиристоров.
- ♦ Линеаризация зависимости выходного напряжения или мощности от входного сигнала.
- ♦ Управление: Ток 4 ... 20 мА или 0 ... 20 мА; Напряжение 0 ... 5 VDC, 0 ... 10 VDC; Переменный резистор; Настройка с панели управления; Интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU
- ♦ Обнаружение и индикация причин аварии (обрыва фазы, перегрева регулятора и выхода частоты сети за допустимые пределы, определение перегорания предохранителя) и возможность подключения внешнего аварийного сигнализатора "Авария" к контактам реле. При обнаружении ошибки регулятор отключает нагрузку.





## Содержание

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Применение тиристорных регуляторов                                             | 3  |
| 2. Принцип работы                                                                 | 3  |
| 3. Способы регулировки мощности ТРМ-3М                                            | 3  |
| 3.1. Изменением угла (фазы) открывания тиристора                                  | 3  |
| 3.2. Числоимпульсный способ управления                                            | 4  |
| 3.3. Пакетный способ управления нагрузкой                                         | 4  |
| 3.4. Пакетный способ управления с режимом плавного пуска «разогрева»              | 5  |
| 3.5. Пакетный способ управления с режимом однократного плавного пуска «разогрева» | 5  |
| 4. Технические характеристики                                                     | 6  |
| 5. Предупреждения и рекомендации                                                  | 7  |
| 6. Рекомендации по монтажу                                                        | 8  |
| 7. Конструкция регулятора                                                         | 9  |
| 8. Схемы подключения ТРМ-3М к трёхфазной сети                                     | 10 |
| 9. Назначение контактов разъёма управления                                        | 11 |
| 10. Настройка ТРМ-3М                                                              | 11 |
| 11. Меню настройки                                                                | 12 |
| 11.1. Подменю настройки входа 1                                                   | 13 |
| 11.2. Подменю настройки входа 2                                                   | 14 |
| 11.3. Подменю настройки параметров управления тиристорами                         | 15 |
| 11.4. Подменю настройки параметров выхода                                         | 17 |
| 11.5. Подменю настройки работы реле                                               | 18 |
| 11.6. Подменю настройки порта управления RS-485                                   | 18 |
| 12. Комплект поставки                                                             | 19 |
| 13. Гарантийные обязательства                                                     | 20 |
| 14. Приёмка                                                                       | 20 |
| Приложение 1 - Габаритные характеристики регуляторов мощности ТРМ-3М              | 21 |
| Приложение 2 - Описание протокола Modbus                                          | 31 |



## 1 Применение тиристорных регуляторов

Тиристорные регуляторы (далее по тексту – регуляторы) предназначены для плавной регулировки мощности активных и индуктивных нагрузок: ламп, нагревателей, трансформаторов и некоторых других типов нагрузок. Терморегулятор или программируемый логический контроллер в сочетании с регулятором позволяет осуществлять поддержание температуры объекта с высокой точностью. Имеется также возможность подключения внешнего ручного управления или внешней корректировки установленных параметров управления.

**Области применения:** металлургия, пищевая промышленность, сушка, экструзия, термообработка и плавка стекла, инфракрасное оборудование, полупроводники, нефтехимия, а так же для плавного запуска асинхронных двигателей в случае вентиляторной характеристики его нагрузки. Допускается управлять нагревателями, подключенными через трансформатор. При этом не допускается работа на **ненагруженный** трансформатор.

Регуляторы могут управляться вручную с помощью потенциометра, а так же от любого устройства управления: постоянным напряжением 0-10В, (0-5В) или током 0-20мА, (4-20мА), (например, от контроллера температуры, а так же через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU.

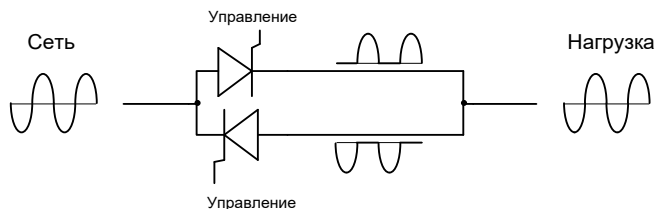
## 2 Принцип работы

Тиристор - это полупроводниковый прибор. Он может находиться в одном из двух состояний: в открытом или закрытом. При подаче управляющего сигнала тиристор может пропускать ток от анода к катоду.

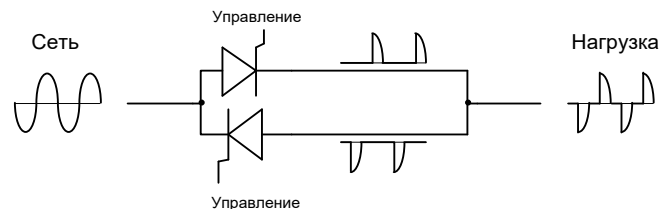
Тиристор может открываться управляющим сигналом в любой момент времени. Если ток через тиристор больше тока защелкивания, он будет оставаться открытым, пока ток проходящий через него больше тока удержания.

Модуль тиристоров состоит из двух тиристоров, включённых встречно-параллельно. Каждый тиристор пропускает ток только в одном направлении, то есть только положительные или отрицательные полупериоды тока.

В режиме максимальной мощности (тиристоры открыты полностью) работа тиристорного блока выглядит так:



В режиме 50% мощности (тиристоры открыты на середине полупериода) работа тиристорного блока выглядит так (режим Phase Angle):



## 3 Способы регулировки мощности ТРМ-3М

В ТРМ-3М реализовано пять способов регулировки мощности.



**ВНИМАНИЕ!** Тиристорные регуляторы не предназначены для работы с постоянным током!

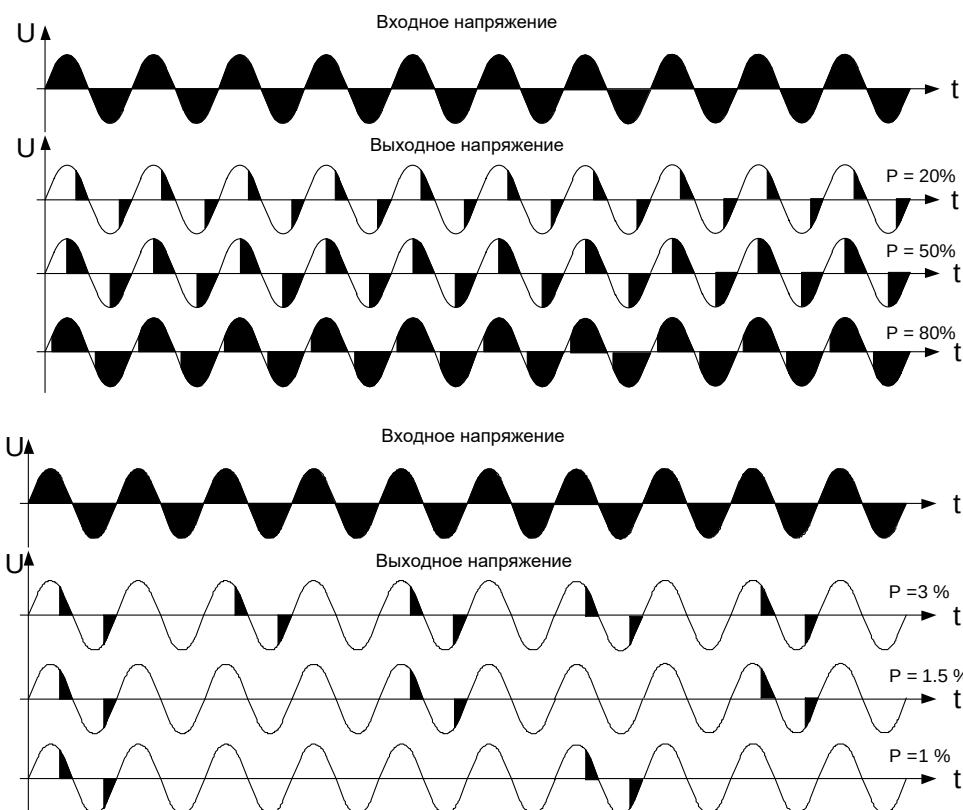


Рис. 1

### 3.1 Изменением фазового угла (фазы) открывания тиристора

Регулировка мощности изменением угла (фазы) открывания тиристора

(Phase Angle) – мощность в нагрузке пропорциональна времени открытого состояния тиристора внутри полупериода сетевого напряжения.

Имеется функция линейаризации. Она позволяет линейно изменять напряжение или  $U^2$  (мощность при постоянном сопротивлении нагрузки) на нагрузке.

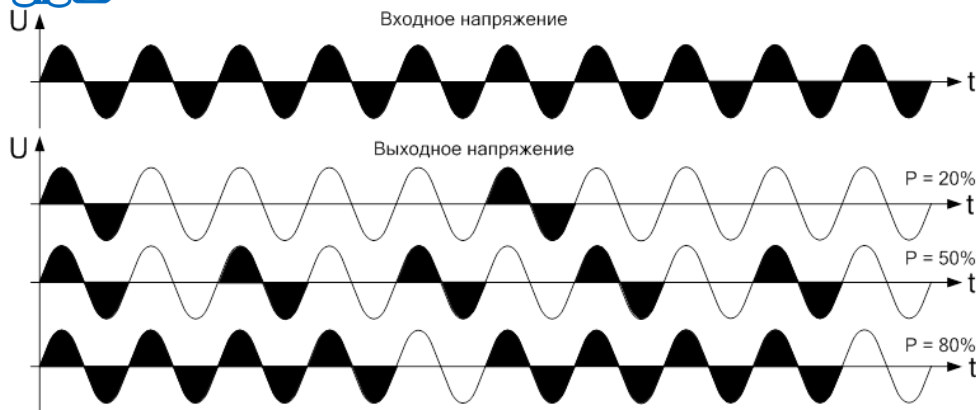


Рис. 2

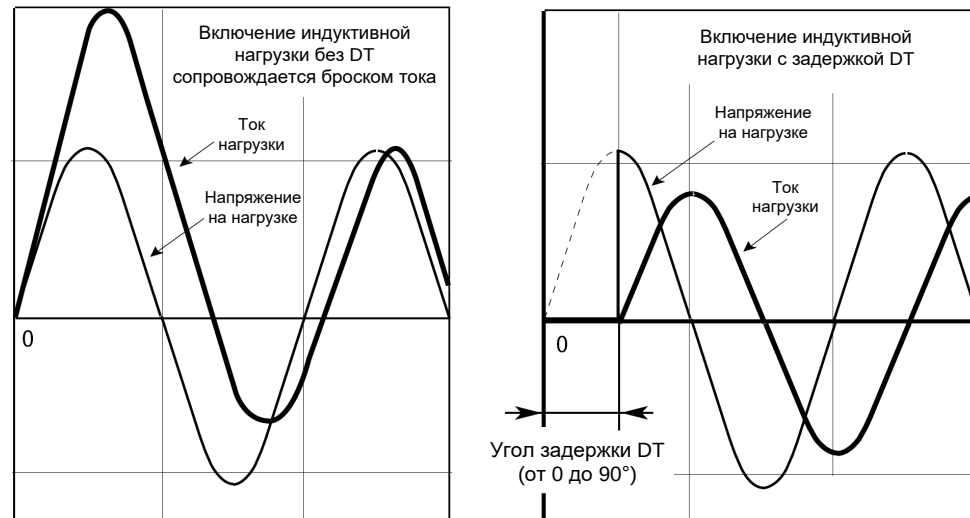
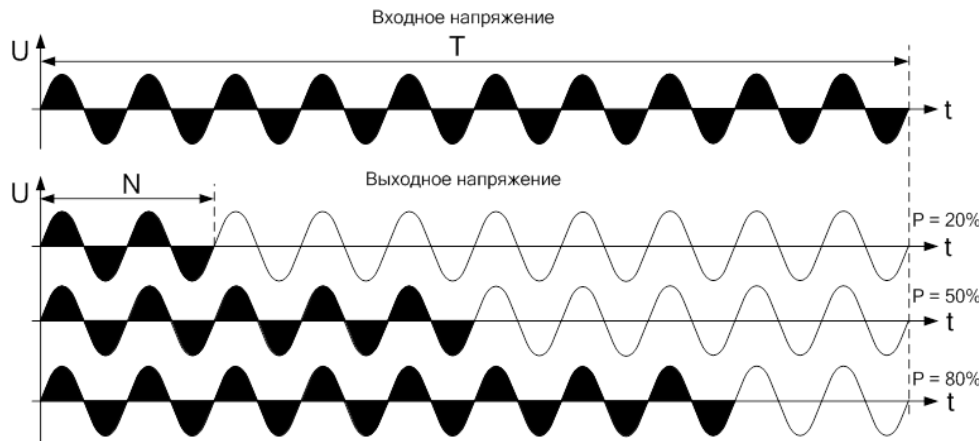


Рис. 3

### 3.2 Числоимпульсный способ управления.

Тиристор включается в момент перехода через ноль сетевого напряжения (Zero Crossing) на весь период. Мощность в нагрузке пропорциональна соотношению числа периодов во включённом к общему числу периодов.

### 3.3 Пакетный способ управления индуктивной нагрузкой.

Тиристор открывается с заданной задержкой включения – DT (Delay Triggering) и удерживается открытым в течении числа периодов пропорционально заданной мощности. Мощность в нагрузке определяется числом периодов «N» во включённом состоянии за определённое количество периодов «T».

При этом  $N = T * P / 100$ ,  
где T - количество периодов,  
P - мощность в %.

Данный способ позволяет компенсировать броски тока при коммутации индуктивной нагрузки.

Упреждение DT задаётся пользователем – см. пункт 13.3,

параметр - dtr.

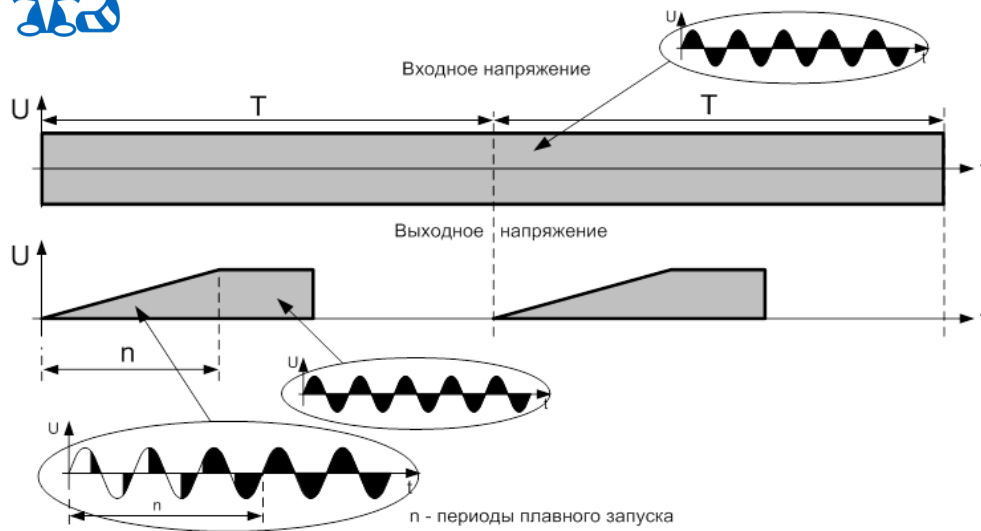


Рис. 4

### 3.4 Пакетный способ управления с «разогревом» в каждой пачке.

В начале каждой пачки выходная мощность сначала плавно нарастает от 0 до 100% (режим Phase Angle) за заданное число периодов. Затем выдается 100% мощности в течение времени, пропорционального уставке.

Мощность на выходе пропорциональна соотношению длительности пачек периодов и периода следования пачек.

$$P = T / N$$

где:  $T$  количество периодов,

$$N = n + d$$

где:  $n$  периоды плавного запуска;  
 $d$  периоды полного открытия.

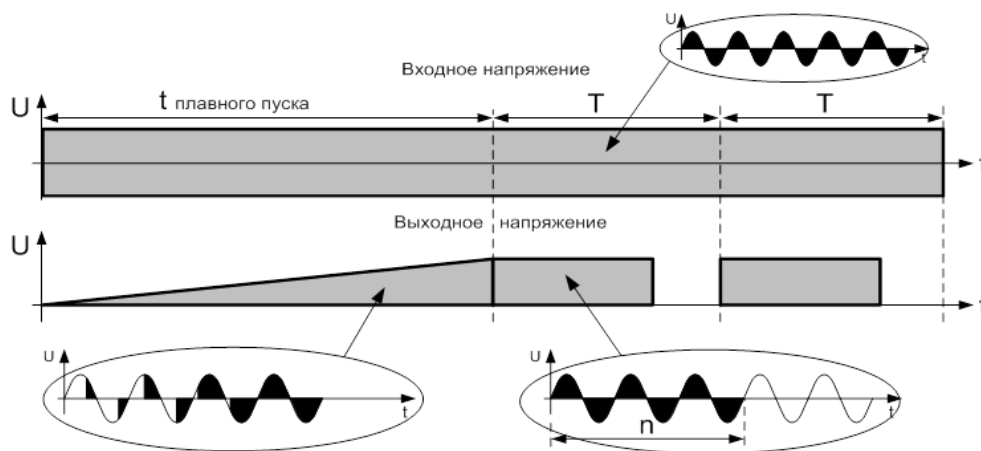


Рис. 5

### 3.5 Пакетный способ управления с однократным разогревом.

Перед выдачей первой пачки периодов выходная мощность плавно нарастает от 0 до 100% (режим Phase Angle) в течение заданного времени, затем происходит переход к пакетному управлению. Затем пачки периодов выдаются без разгона, в начале пачки тиристор открывается в момент перехода напряжения через ноль и удерживается открытым в течении числа периодов пропорционально заданной мощности.

## Передаточная характеристика в режиме управления фазовым углом (линеаризация).

Регулятор TPM-3М имеет три режима преобразования входного воздействия;

Без линеаризации - угол открытия прямо пропорционален входному воздействию (см. рис. 6)

Линеаризация по напряжению - напряжение на нагрузке пропорционально входному воздействию (см. рис. 7)

Линеаризация по мощности - мощность, выделяемая на нагрузке пропорциональна входному воздействию (при условии неизменности сопротивления нагрузки, см. рис. 8).

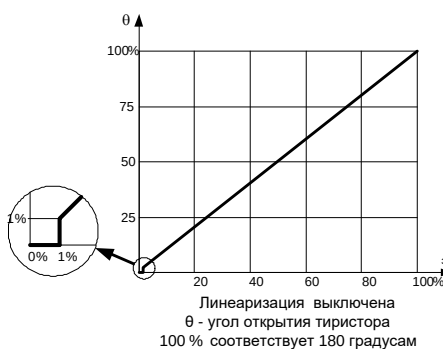


Рис. 6

- 100% соответствует полному открытию тиристора

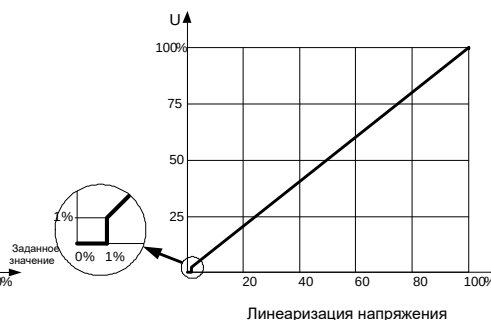


Рис. 7

- Графики приведены для частоты 50Гц.

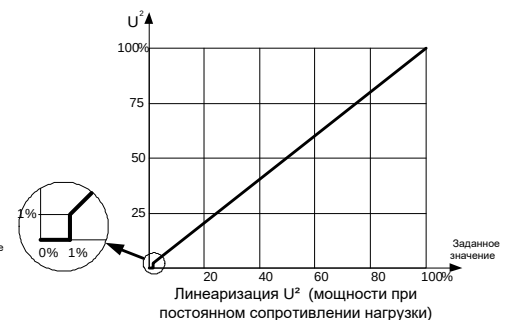


Рис. 8

## Зависимость уставки от сигнала управления.

Уставка регулируется от P.Lo до P.Hi. Уставка будет равна P.Lo при уровне сигнала на входе 1 1.Lo и ниже. Уставка будет равна P.Hi при уровне сигнала на входе P.Hi и выше. Между двумя этими значения присутствует плавное регулирование от P.Lo до P.Hi (см. "Подменю настройки входа 1").

Пример:

Вход 1 в режиме 4-20 мА 1.Lo = 4.0 мА, 1.Hi = 20.0 мА. P.Lo = 10%, P.Hi = 90%. При токе через вход 1 4 мА и ниже уставка будет 10%. При токе 20 мА и выше уставка будет 90%. Между 4 и 20 мА уставка будет плавно регулироваться. При 12 мА уставка будет равна 50%.



## 4 Технические характеристики ТРМ-3М

Таблица 1

|                                                                                                                      |                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Напряжение питания схемы управления                                                                                  | 180-250В, 45-65Гц                                                              |
| Напряжение питания нагрузки                                                                                          | 100-480В, 45-65Гц                                                              |
| Ток нагрузки, максимальный (номинальный I <sub>ном</sub> , по исполнению), А                                         | 30, 45, 60, 80, 100, 125, 150, 180, 230, 300, 380, 450, 580, 720 <sup>1)</sup> |
| Ток нагрузки действующий при 100% мощности, не менее (см. раздел "Предупреждения"!Δ)                                 | 1% I <sub>ном</sub>                                                            |
| <b>Способы регулирования мощности в нагрузке</b>                                                                     |                                                                                |
| Изменением угла (фазы) открывания тиристора (Phase Angle - рис. 1)                                                   |                                                                                |
| Числоимпульсный способ управления - включение тиристорov при переходе напряжения через ноль (Zero Crossing - рис. 2) |                                                                                |
| Пакетный способ управления. (рис. 3)                                                                                 |                                                                                |
| Пакетный способ управления с режимом плавного пуска «разогрева». (рис. 4)                                            |                                                                                |
| Пакетный способ управления с режимом однократного плавного пуска «разогрева». (рис. 5)                               |                                                                                |
| <b>Входные управляющие воздействия</b>                                                                               |                                                                                |
| Вход разрешения работы "ПУСК"                                                                                        | Сухой контакт или открытый коллектор NPN-транзистора                           |
| <b>Вход управления 1</b>                                                                                             |                                                                                |
| Входное напряжение управления                                                                                        | 0-5В / 0-10В (выбирается в меню)                                               |
| Максимальное допустимое входное напряжение                                                                           | 11В                                                                            |
| Входной ток управления                                                                                               | 0-20мА / 4-20мА (выбирается в меню)                                            |
| Максимально допустимый входной ток                                                                                   | 40мА                                                                           |
| <b>Вход управления 2</b>                                                                                             |                                                                                |
| Входное напряжение управления                                                                                        | 0-5В                                                                           |
| Максимальное допустимое входное напряжение                                                                           | 5.5В                                                                           |
| <b>Выход управления</b>                                                                                              |                                                                                |
| Встроенное реле                                                                                                      | 1 переключающая группа                                                         |
| Максимальное коммутируемое напряжение                                                                                | 250В (AC1)                                                                     |
| Максимальный коммутируемый ток                                                                                       | 5А (250В AC1)                                                                  |
| <b>Прочие</b>                                                                                                        |                                                                                |
| Габаритные и установочные размеры                                                                                    | См. приложение 1                                                               |
| Масса нетто / масса брутто (по исполнению), кг                                                                       |                                                                                |
| ТРМ-3М-30                                                                                                            | 2.9 / 3.2                                                                      |
| ТРМ-3М-45, ТРМ-3М-60                                                                                                 | 3.2 / 3.4                                                                      |
| ТРМ-3М-80, ТРМ-3М-100, ТРМ-3М-125                                                                                    | 8.0 / 9.5                                                                      |
| ТРМ-3М-150, ТРМ-3М-180                                                                                               | 8.5 / 10.0                                                                     |
| ТРМ-3М-230                                                                                                           | 14.1 / 15.3                                                                    |
| ТРМ-3М-300                                                                                                           | 21.00 / 28.0                                                                   |
| ТРМ-3М-380                                                                                                           | 21.00 / 28.0                                                                   |
| ТРМ-3М-450                                                                                                           | 41.5 / 48.3                                                                    |
| ТРМ-3М-580                                                                                                           | 41.5 / 48.3                                                                    |
| ТРМ-3М-720                                                                                                           | 46.3 / 53.6                                                                    |
| Устойчивость к воздействию пачек импульсов в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51317.4.4-99                         | Степень жёсткости 3 (2кВ/5кГц)                                                 |
| Устойчивость к воздействию импульсов большой энергии в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51317.4.5-99               | Степень жёсткости 3 (2кВ)                                                      |
| Степень защиты по передней панели / по клеммам подключения                                                           | IP00 / IP00                                                                    |
| Максимальное напряжение изоляции                                                                                     | 2500В/1мин                                                                     |
| Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69                                                     | УХЛ4                                                                           |
| Диапазон рабочих температур                                                                                          | -40 ... +55 °С *                                                               |
| Высота над уровнем моря                                                                                              | до 1000м                                                                       |
| Режим работы                                                                                                         | круглосуточный                                                                 |
| Энергопотребление платы питания                                                                                      | Не более 2Вт                                                                   |
| Энергопотребление вентилятора (на тиристорных регуляторах с номинальным током 100А и выше)                           |                                                                                |
| 80 мм                                                                                                                | Не более 14Вт                                                                  |
| 120 мм                                                                                                               | Не более 20Вт                                                                  |
| Удельное тепловыделение                                                                                              | 4.5Вт/А                                                                        |
| <b>Усилия затяжки сигнальных клемм и клемм питания регулятора</b>                                                    |                                                                                |
| Усилия затяжки винтов крепления предохранителя                                                                       |                                                                                |
| 0.4...0.6Н*м                                                                                                         |                                                                                |
| Модели с номинальным током до 100А включительно                                                                      | 3Н*м                                                                           |
| Модели с номинальным током свыше 100А                                                                                | 5Н*м                                                                           |
| <b>Усилия затяжки винтов силового ввода</b>                                                                          |                                                                                |
| M6                                                                                                                   | 2.5...4Н*м                                                                     |
| M8                                                                                                                   | 5...8Н*м                                                                       |
| M10                                                                                                                  | 7...10Н*м                                                                      |
| <b>Уровень шума вентиляторов</b>                                                                                     |                                                                                |
| 80 мм                                                                                                                | 32Дб                                                                           |
| 120 мм                                                                                                               | 50Дб                                                                           |
| Способ управления тиристором                                                                                         | статический                                                                    |

1) При окружающей температуре выше + 35 °С требуется запас по току, см. рис. 10



## 5 Предупреждения и рекомендации

### Выбор регулятора.



**ВНИМАНИЕ!** Запрещается работа с нагрузкой, которая при подключении без регулятора потребляет ток, менее 1% от номинального тока регулятора ( $I_{ном}$ ). Несоблюдение условия приведёт к повреждению блока управления тиристорами и отказу в гарантийном ремонте.



**ВНИМАНИЕ!** при повышении температуры окружающей среды выше 35 градусов снижается нагрузочная способность регулятора (см. рис. 10).

### Предохранители.

В регуляторах ТРМ-3М установлен быстродействующий плавкий предохранитель для защиты тириستоров при перегрузке.



**ВНИМАНИЕ!** Для обеспечения надёжной защиты тиристоров при перегрузках, параметр  $I^2t$  предохранителей должен быть минимум на 20% меньше чем  $I^2t$  тиристора.



В случае выхода из строя предохранителя не пытайтесь заменить его предохранителем другого номинала, проволокой, шиной или другим, не предназначенным для этого предметом, так как в случае перегрузки или короткого замыкания это приведёт к повреждению регулятора и/или нагрузки.

**Используйте в регуляторе только специальные быстродействующие предохранители соответствующего номинала!**

Типы и номиналы применяемых предохранителей в зависимости от модели регулятора приведены в таблице 2.

Таблица 2

| Ток регулятора, А | Номинал предохранителя        | Производители | Колич. | Ток регулятора, А | Номинал предохранителя | Производители | Колич.          |
|-------------------|-------------------------------|---------------|--------|-------------------|------------------------|---------------|-----------------|
| 30                | 40FE, 40ET                    | Bussmann      | 3      | 180               | RGS4A 660V/200A        | MIRO          | 3               |
| 45                | 63FE, 63ET                    | Bussmann      | 3      | 230               | 250FM                  | Bussmann      | 3               |
| 60                | 660GH-80                      | Hinode        | 3      | 300               | 315FM                  | Bussmann      | 3               |
| 80                | 660GH-100                     | Hinode        | 3      | 380               | RGS7 690B/400A         | CHFE          | 3               |
| 100               | RGS4A 660B/125A <sup>2)</sup> | MIRO          | 3      | 450               | 250FM                  | Bussmann      | 6 <sup>1)</sup> |
| 125               | RGS4A 660V/150A               | MIRO          | 3      | 580               | 315FM                  | Bussmann      | 6 <sup>1)</sup> |
| 150               | RGS4A 660V/180A               | MIRO          | 3      | 720               | RGS7 690B/400A         | CHFE          | 6 <sup>1)</sup> |

1) В одном канале регулятора, при спаренной установке, следует использовать одинаковые предохранители, т.к. через них будет протекать разный ток, что может привести к срабатыванию обоих предохранителей при отсутствии превышения тока.

2) До Января 2023 г. устанавливался Hinode 660GHX-125.

Если предохранители срабатывают при нормальной работе, возможно, регулятор выбран неправильно. Следует либо ограничить уставку (см. раздел "настройка регулятора"), либо заменить регулятор на регулятор с большим номинальным током.

При выборе регулятора учитывайте пусковой ток нагрузки, для некоторых типов нагрузок пусковой ток может значительно превышать номинальный. Дополнительно рекомендуем включить режим "разогрева" (плавный пуск).

Быстродействующие предохранители доступны для заказа на нашем [сайте](#). Допускается использование предохранителей других производителей, подходящих по назначению, току, напряжению и быстродействию.

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Регулятор предназначен для установки в промышленное оборудование. Во время работы он находится под напряжением.                                                                                                                                                                |
|  | Регулятор имеет степень защиты IP00. Место установки регулятора должно соответствовать необходимым требованиям для установки оборудования с данной степенью защиты.                                                                                                            |
|  | Для обеспечения безопасности использования регулятора корпус (радиатор) регулятора должен быть заземлён.                                                                                                                                                                       |
|  | Опасность поражения электрическим током!<br>Монтаж, обслуживание, замена и любые другие работы с регулятором должны производиться только квалифицированными специалистами.<br>Перед монтажом или обслуживанием регулятора убедитесь, что прибор отключён от всех электросетей. |

### Обслуживание

**Внимание!** Не реже двух раз в год необходимо проводить проверку затяжки и подтяжку болтов в месте подключения питания и нагрузки.





## 6 Рекомендации по монтажу

- Устанавливайте регулятор вертикально на ровную плоскую поверхность. Габаритные размеры и разметка установочных отверстий приведены в Приложении 1.
- Регулятор при работе может значительно нагреваться.
- Во избежание перегрева и повреждения регулятора, следуйте рекомендациям по установке (см. рис. 9).
- "Для обеспечения охлаждения радиатор должен свободно продуваться воздухом снизу вверх. (в моделях с вентилятором это важно). Для обеспечения достаточной вентиляции следуйте рекомендациям:
  - Сверху над корпусом регулятора должно быть не менее 10см свободного пространства.
  - Снизу под корпусом регулятора должно быть не менее 10см свободного пространства.
  - Сбоку от корпуса регулятора должно быть не менее 5см свободного пространства.
  - При установке регуляторов друг над другом между ними должно быть не менее 15см свободного пространства и дополнительно установлен дефлектор для отвода горячего воздуха (см. рис. 11).
  - При установке регуляторов в шкаф, необходимо предусмотреть вентиляцию шкафа.
  - Должно быть обеспечено отведение нагретого воздуха из шкафа. При необходимости, принудительное вентилирование.
- Не устанавливайте регулятор рядом с нагревателями или в зонах повышенной температуры.
- Не устанавливайте регулятор рядом с источниками электромагнитных излучений: частотными преобразователями, контакторами, GSM-модемами.

### Требования по установке регуляторов TPM в шкаф для обеспечения достаточного охлаждения

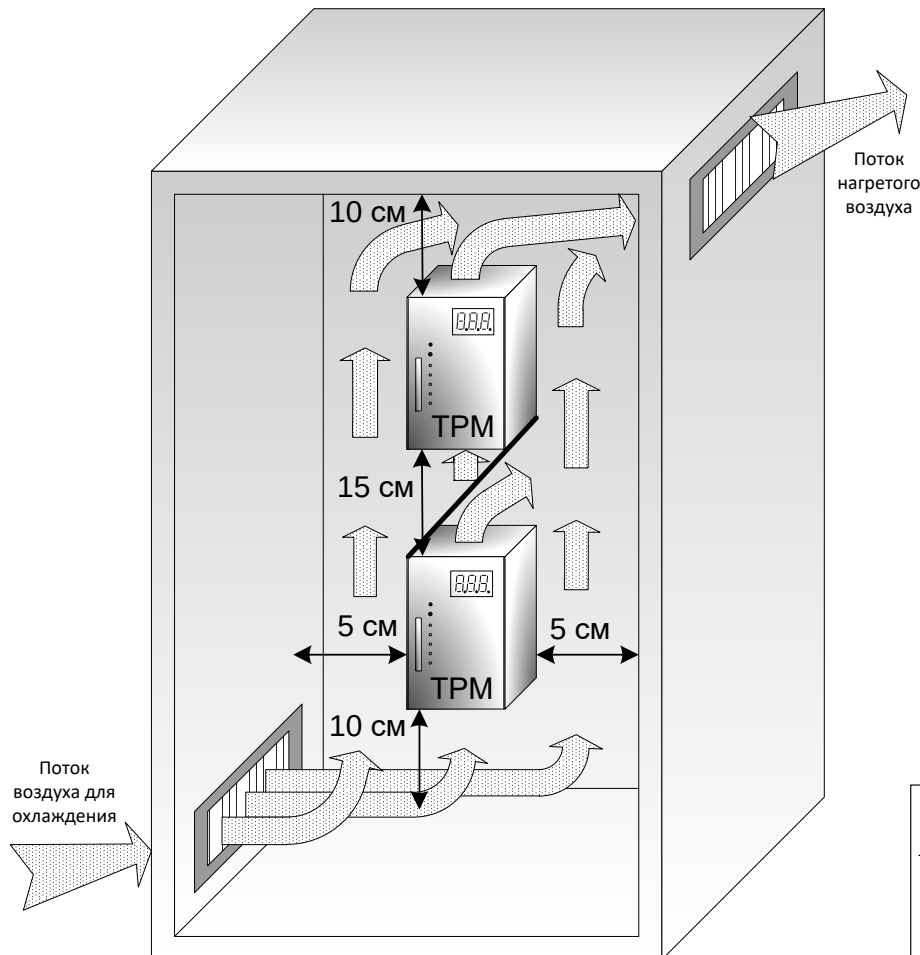


Рис. 9

| Ток нагрузки,<br>А | Тепловыделение,<br>Вт | Ток нагрузки,<br>А | Тепловыделение,<br>Вт |
|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| 30                 | 135                   | 180                | 810                   |
| 45                 | 202.5                 | 230                | 1035                  |
| 60                 | 270                   | 300                | 1350                  |
| 80                 | 360                   | 380                | 1710                  |
| 100                | 450                   | 450                | 2025                  |
| 125                | 562.5                 | 580                | 2610                  |
| 150                | 675                   | 720                | 3240                  |

Формула для расчёта тепловыделения тиристорного регулятора TPM-3М;

$$P = 4.5 \times I,$$

где:  $I$  - действующее значения тока через нагрузку (А),  
 $P$  - мощность, рассеиваемая на радиаторе (Вт)

### Зависимость максимальной допустимой мощности от окружающей температуры

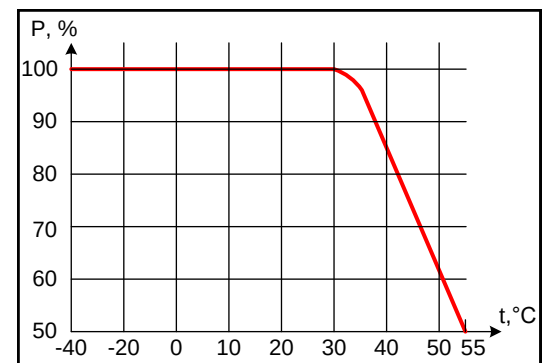


Рис. 10

### Примеры расположения дефлекторов для отвода горячего воздуха

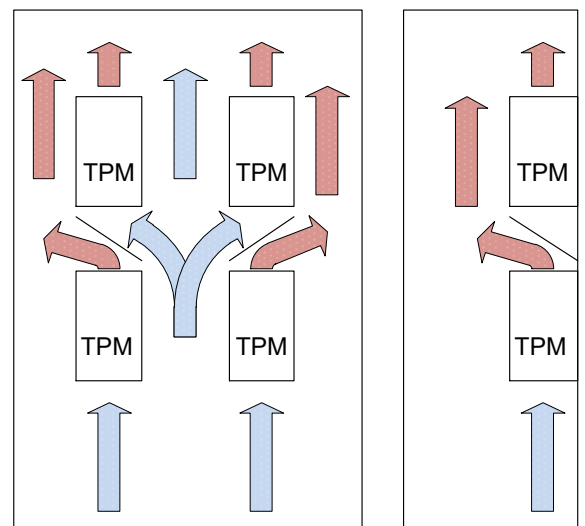


Рис. 11

## 7 Конструкция регулятора

Регулятор представляет собой модули тиристоров с охладителем, быстродействующие предохранители и контроллер управления, смонтированные в одном корпусе. Контроллер опрашивает внешние аналоговые входы и управляет блоком тиристоров (см. рис. 12 и 13).

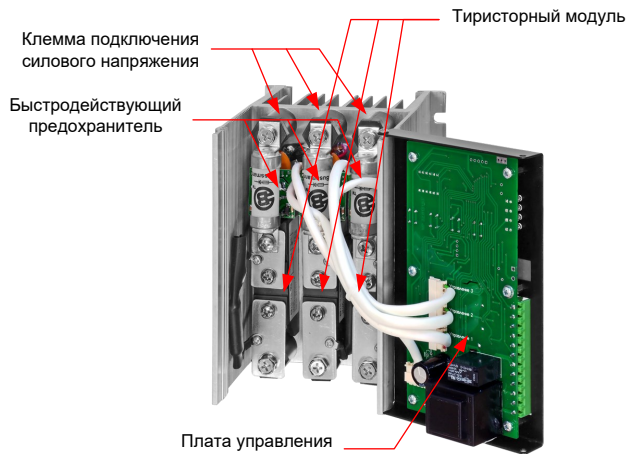


Рис. 12

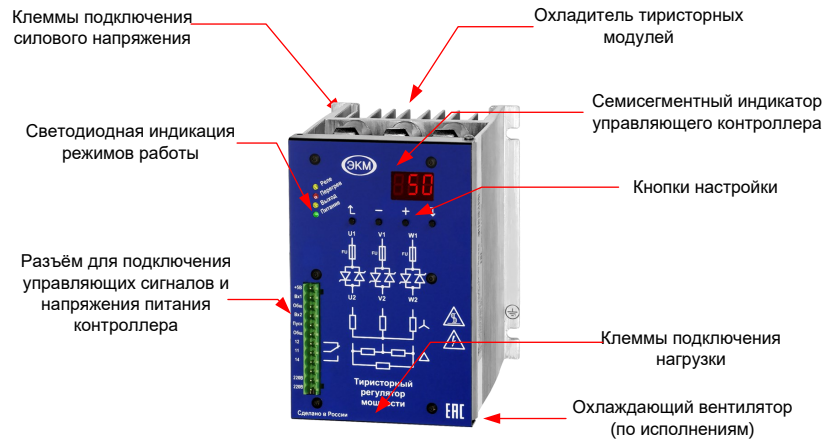


Рис. 13

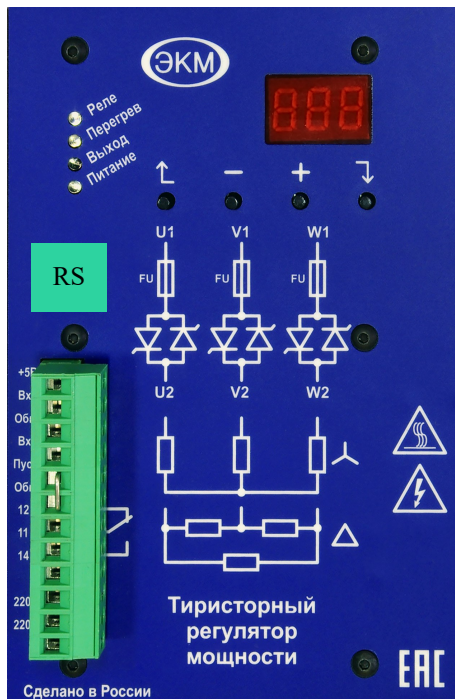


Рис. 14

На лицевой панели регулятора (рис. 14) расположены:

- Трёхразрядный семисегментный индикатор (дисплей);
- Светодиодные индикаторы состояния регулятора (4 шт), (см. таблицу 4);
- Кнопки управления (4 шт);
- Разъём интерфейса RS-485;
- Разъём для подключения питания и внешних цепей управления см. "Назначение контактов разъёма управления".



## 8 Схема подключения

Схема подключения ТРМ-3М без дополнительных входов управления и сигнализации с управлением сухим контактом "Пуск" (сухим) приведена на рис. 15.

Для работы по схеме с звезда с нейтралью необходимо выбрать другую модель: [ТРМ-3МN](#)



**Внимание! Блок управления регулятора контролирует наличие напряжения на входе блока тиристоров, поэтому важно не путать его вход и выход. Подключение показано на рис. 13 .**

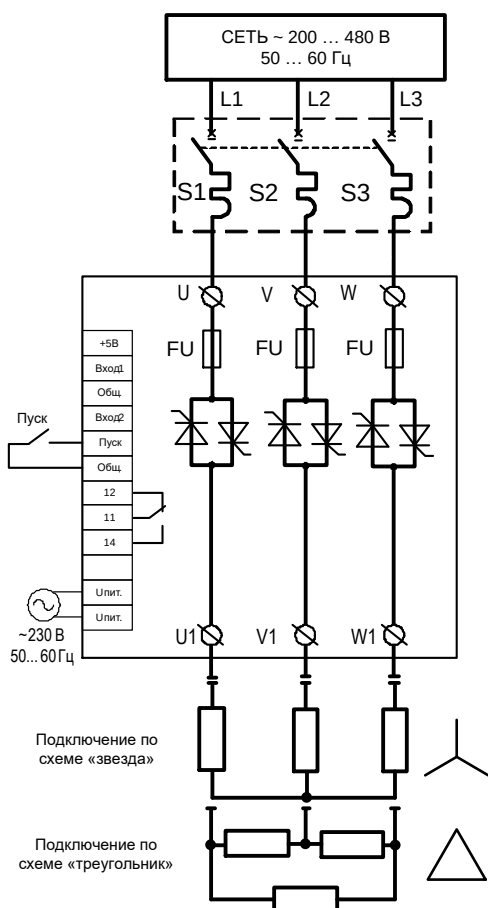


Рис. 15

Питание платы управления, аналоговые входы, интерфейс RS-485 и управляемая силовая сеть гальванически развязаны друг от друга. Это позволяет питать регулятор, терморегулятор (либо ПЛК) и нагрузку от разных сетей.

В таблице 3 приведены заводские настройки регулятора при поставке.

Таблица 3

| Пункт меню   | Значение | Пояснение                                                                                  |
|--------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| in.1. typ    | OFF      | Вход 1 и вход 2 выключены. Управление мощностью производится кнопками $\oplus$ и $\ominus$ |
| in.2. Fnc    | OFF      |                                                                                            |
| t hr         | PA       | Режим изменения фазового угла                                                              |
| t hr PA Lnr  | OFF      | Линеаризация выключена                                                                     |
| t hr PA r.t. | 0        | Плавный запуск выключен                                                                    |
| t hr PA Ft.  | 0        | Плавный останов выключен                                                                   |
| out PL o.    | 0        | Минимальная мощность 1%                                                                    |
| out PH i.    | 100      | Максимальная мощность 100%                                                                 |
| r EL         | OFF      | Реле всегда выключено                                                                      |

## Функциональное назначение светодиодов

Таблица 4

| Элементы индикации и их назначение | Состояние | Комментарий                                                                                                   |
|------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Питание - зелёный                  | Светится  | На регуляторе есть питание (без подк. силы так же светится)                                                   |
|                                    | Погашен   | На плате контроллера нет питания                                                                              |
| Перегрев - красный                 | Светится  | Тиристорный регулятор перегрелся                                                                              |
|                                    | Погашен   | Тиристорный регулятор в нормальном температурном режиме                                                       |
| Выход - жёлтый                     | Светится  | Тиристор открыт: - изменение яркости, либо переменное включение в зависимости от уставки и типа регулирования |
|                                    | Погашен   | Тиристор закрыт. Мощность на нагрузке равна нулю (нагрузка отключена).                                        |
| Реле - жёлтый                      | Светится  | Реле включено. Замкнуты контакты 11-14                                                                        |
|                                    | Погашен   | Реле выключено. Замкнуты контакты 11-12                                                                       |

Горящие светодиоды Перегрев и Реле при мигании основного семисегментного индикатора будут мигать синхронно с ним

Контроллер определяет наличие напряжения питания, исправность предохранителя и при отсутствии неисправностей управляет тиристором. В случае появления ошибки на индикаторе поочерёдно отображается **Err** и код **002** причины аварии. Расшифровка кодов приведена в таблице .

Таблица 5

| Коды ошибок | Причина ошибки                                     |
|-------------|----------------------------------------------------|
| 001         | Отсутствует напряжение сети, сгорел предохранитель |
| 002         | Частота сети меньше 45Гц или больше 65Гц           |
| 003         | Перегрев тиристора                                 |
| 004         | Напряжение питания платы управления ниже 180В      |
| 005         | Перегрузка внутреннего источника +5В               |



## 9 Назначение контактов разъёма управления

На контакты **Упит** блока управления подаётся напряжение питания ~230В, 50...60Гц.

На клеммы **12-11-14** выведена контактная группа электромагнитного встроенного реле (см. "Подменю настройки работы реле"). К ним подключаются устройства аварийной сигнализации или другие исполнительные устройства. Клеммы 12-11-14 являются сухими контактами.

Контакты **+5, Вход1, Вход2, Общ., Пуск** используются для подключения внешних цепей управления регулятором.

При заводских настройках входы 1 и 2 отключены, управление мощности в нагрузке осуществляется кнопками

⊕ и ⊖ на лицевой панели в диапазоне от 0...100% в режиме управления 1 (Изменением фазового угла - рис. 1). Значение установленной мощности отображается на индикаторе в процентах.

## 10 Настройка ТРМ-3М

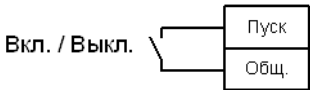
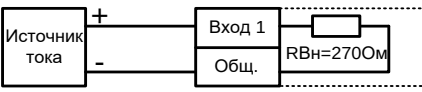
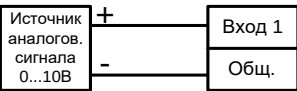
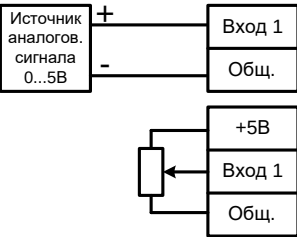
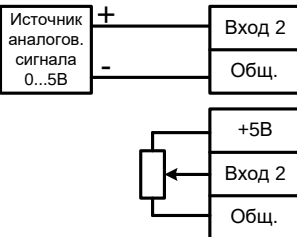
Настройка ТРМ-3М осуществляется через меню настроек (см. п. 13)

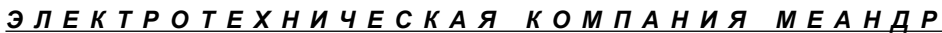
Если включён вход 1 (см. подменю настройки входа 1 - п. 13.1), при нажатии кнопки ⊕ на индикаторе отображается значение входного воздействия по входу 1.

Если включён вход 2 (см. подменю настройки входа 2 - п. 13.2), при нажатии кнопки ⊖ на индикаторе отображается значение входного воздействия по входу 2.

Возможные схемы подключения входов управления приведены в таблице 6.

Таблица 6

| Управление с помощью контакта ПУСК                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | Включение и выключение нагрузки – <b>внешним контактом</b> (выключатель, реле и т.п.). Если не используется, должен быть замкнут с Общ. (перемычка). При замкнутой цепи ПУСК - общая нагрузка подключена. При разомкнутой цепи нагрузка отключается, на индикаторе отображается <b>OFF</b> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Управление мощностью в нагрузке внешними цепями управления                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Параметры входного воздействия управления для Входа 1 определяются в меню настроек (стр. 14) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|            | Управление током <b>4...20 мА или 0...20мА</b> .<br><br>Входной сигнал подаётся с соблюдением полярности, его значение не должно превышать значений, заданных установками диапазона входного сигнала. Нагрузкой датчика является внутреннее сопротивление 270 Ом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|           | Управление напряжением <b>0...10В</b><br><br>Входной сигнал подаётся с соблюдением полярности. <b>Не должно</b> превышать допустимых значений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|           | Управление напряжением <b>0...5В</b><br><br>Входной сигнал подаётся с соблюдением полярности, его значение не должно превышать значений, заданных установками диапазона входного сигнала. Подключается потенциометр с сопротивлением <b>от 5 до 47 кОм</b> . Не рекомендуется выносить его слишком далеко. Если возникают проблемы в работе регулятора, уменьшается длина проводов между регулятором и потенциометром, или используется потенциометр с меньшим сопротивлением (но не меньше 5кОм). Верхнее по схеме положение движка потенциометра соответствует максимальной мощности, нижнее – минимальной. |
|           | Вход 2 управляется только напряжением <b>0...5В</b> (стр. 15)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



Выбор пункта меню  и , переход к подпункту происходит **однократным** нажатием кнопки .

Возврат из пунктов меню к предыдущему пункту уровнем выше производится нажатием кнопки .

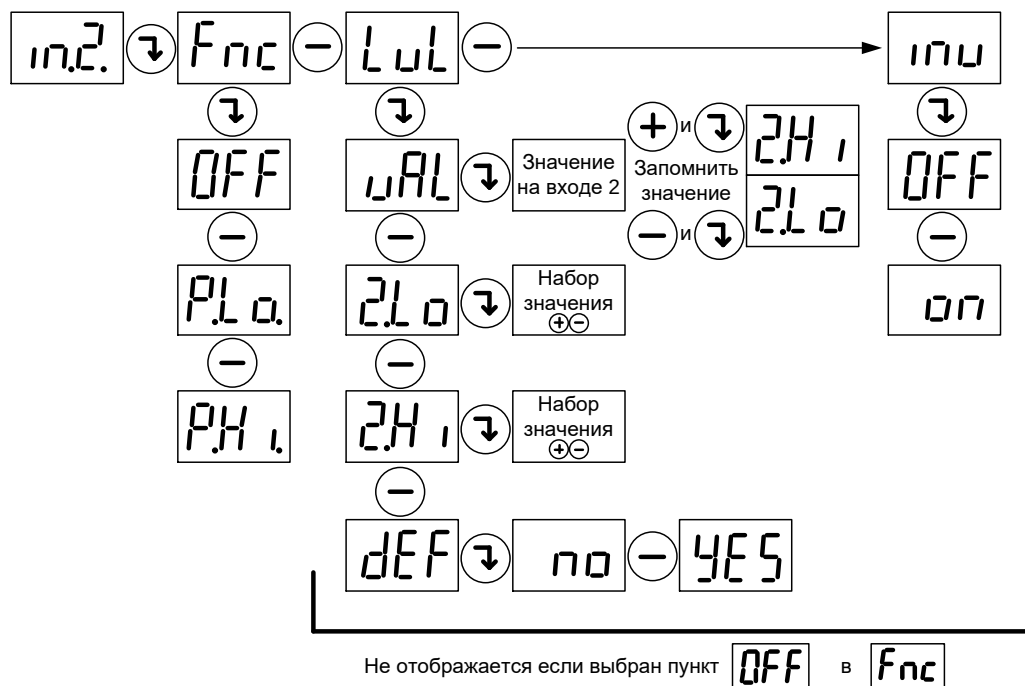
ООО "МЕАНДР", 196240, СПб, 5-й Предпортовый проезд, д. 1, т/ф. 8-800-100-4220 (бесплатный по России), +7(812)410 1759 [www.meandr.ru](http://www.meandr.ru) [info@meandr.ru](mailto:info@meandr.ru) **12**



ООО "МЕАНДР", 196240, СПб, 5-й Предпортовый проезд, д. 1, т/ф. 8-800-100-4220 (бесплатный по России), +7(812)410 1759 [www.meandr.ru](http://www.meandr.ru) [info@meandr.ru](mailto:info@meandr.ru)



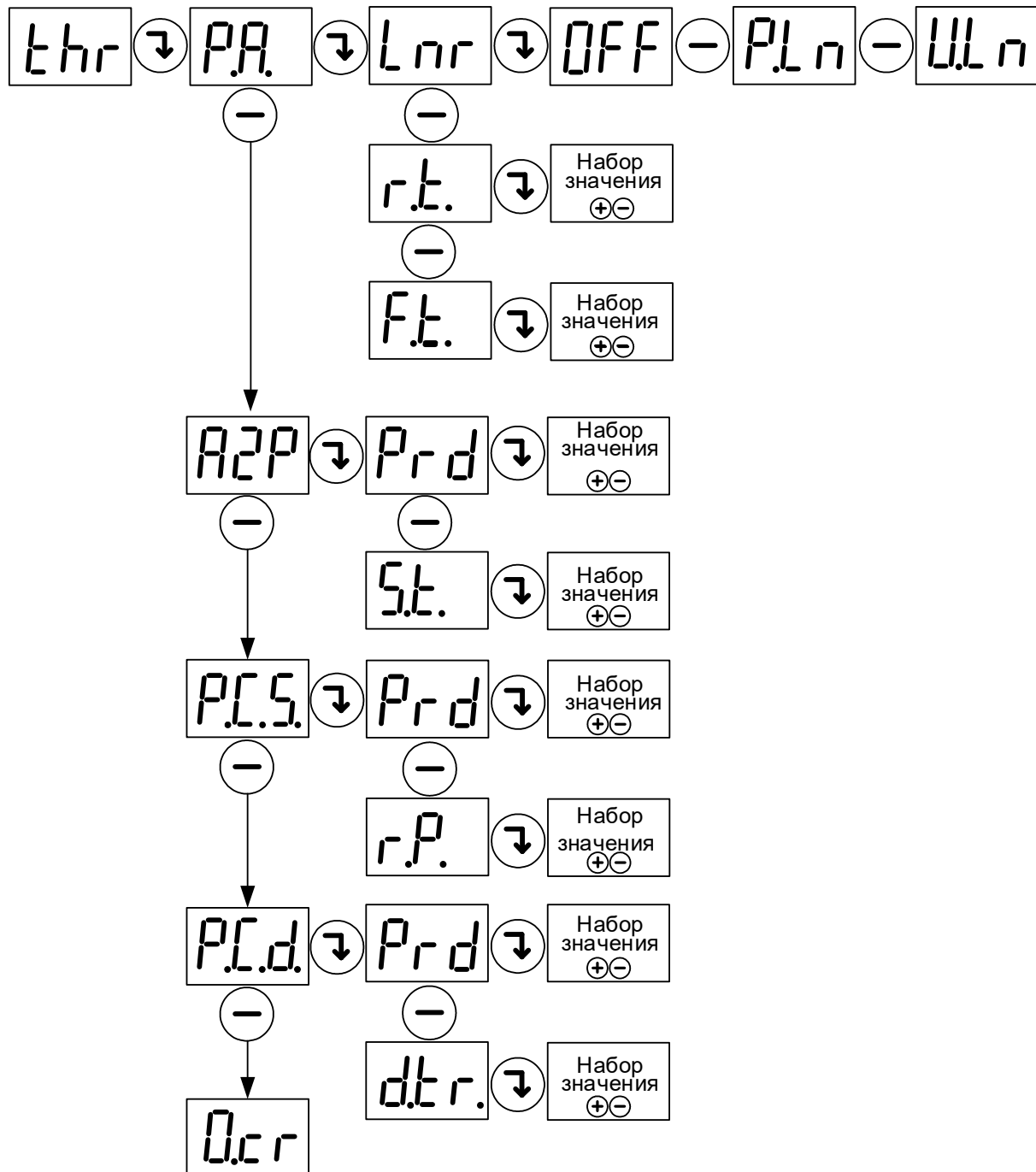
## 11.2 Подменю настройки входа 2

**Внимание!** Меню входа 2 доступно, если включён вход 1

| Показания на дисплее               | Пояснения                                                                                                                                                | Примечания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fnс</b><br>Function = функция   | Определяет функциональное назначение входа 2                                                                                                             | <b>OFF</b> - вход отключён<br><b>PLa.</b> - регулировка ограничения минимальной мощности<br><b>PH.</b> - регулировка ограничения максимальной мощности                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>LUL</b><br>Level = Уровень      | Устанавливает минимальное и максимальное значение уровней входного воздействия по входу 2 (на индикаторе отображается текущее значение входного сигнала) | Высший уровень входного воздействия, <b>2H.</b> запоминается одновременным нажатием кнопок <b>+</b> и <b>-</b><br>Низший уровень входного воздействия, <b>2Lo</b> запоминается одновременным нажатием кнопок <b>-</b> и <b>-</b> .<br>Изображение <b>Err</b> указывает, что запоминаемое значение не соответствует разрешённому диапазону (низкий 0...1.5В, высокий 3.5...5В от максимального возможного входного значения). |
| Настройка уровней Входа 2          | <b>2Lo</b> Устанавливает уровень сигнала соответствующий минимальному входному воздействию                                                               | Низший уровень <b>2H.</b> входного воздействия <b>2Lo</b> , устанавливается кнопками <b>+</b> и <b>-</b> в пределах 0... <b>2H.</b> - 0.5В                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                    | <b>2H.</b> Устанавливает уровень сигнала соответствующий максимальному входному воздействию                                                              | Высший уровень входного воздействия, устанавливается кнопками <b>+</b> и <b>-</b> в пределах <b>2Lo</b> +0.5В ... 5В                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>dEF</b><br>Default = Сброс      | Сброс уровней входного воздействия.                                                                                                                      | Низший уровень <b>2Lo</b> , равен 0В<br>Высший уровень <b>2H.</b> , равен 5В                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>inv</b><br>Inversion = инверсия | Определяет направление (прямое или инверсное) входного воздействия управления по входу 2                                                                 | <b>OFF</b> - (инверсия) отключена, при увеличении напряжения на входе увеличивается управляемое значение<br><b>on</b> - инверсия) включена, при увеличении напряжения на входе уменьшается управляемое значение                                                                                                                                                                                                              |



## 11.3 Подменю настройки параметров управления тиристорами

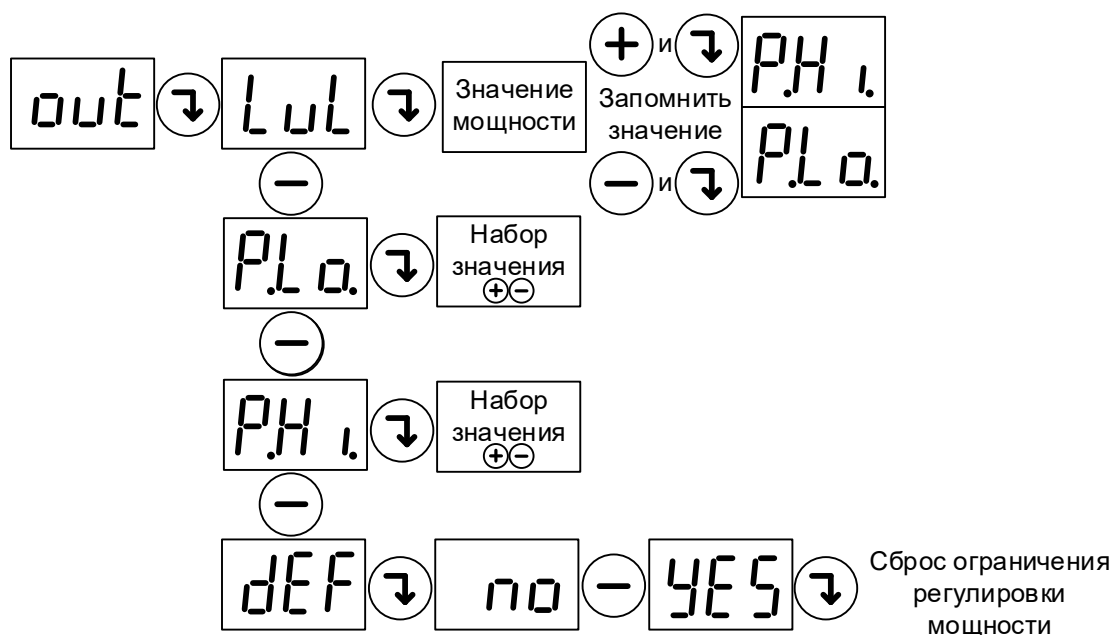




| Показания на дисплее                                                                                                                                                           | Пояснения                                                                                                                                       | Примечания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>PA</div> <p>(Phase Angle)<br/>Управление тиристорами происходит изменением угла (фазы) открывания тиристора.<br/>(см. Рис. 1)</p>                                         | <div>L<sub>nr</sub></div> <p>(Linearization) Линеаризация.<br/>Выбор типа линеаризации выходной функции.</p>                                    | <div>OFF</div> - линейное изменение угла открытия тиристора в зависимости от сигнала управления.<br><div>PSt</div> - "линейное изменение мощности ( $U^2$ ) на нагрузке в зависимости от сигнала управления<br><div>uLn</div> - линейное изменение действующего значения напряжения на нагрузке в зависимости от сигнала управления. |
|                                                                                                                                                                                | <div>rt.</div> <p>(rise time) Устанавливает время нарастания мощности на нагрузке.</p>                                                          | устанавливается кнопками $\oplus$ и $\ominus$ в пределах 0...30 секунд                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                | <div>Ft.</div> <p>(fall time) Устанавливает время спада мощности на нагрузке при отключении.</p>                                                | устанавливается кнопками $\oplus$ и $\ominus$ в пределах 0...30 секунд                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <div>AP</div> <p>(Angle to Pulse)<br/>Пакетный способ управления с режимом однократного плавного пуска «разогрева».<br/>(см. Рис. 5)</p>                                       | <div>Prd</div> <p>(Period) устанавливает период регулирования T в периодах сетевого напряжения.</p>                                             | устанавливается кнопками $\oplus$ и $\ominus$ в пределах 25...999                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                | <div>St.</div> <p>(Start time) Устанавливает время однократного «разогрева».</p>                                                                | устанавливается кнопками $\oplus$ и $\ominus$ в пределах 1...999 секунд                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <div>PCS</div> <p>(Packet Control Soft Start)<br/>Управление тиристорами происходит пакетным способом с режимом плавного «разогрева».<br/>(см. Рис. 4)</p>                     | <div>Prd</div> <p>(Period) устанавливает период регулирования T в периодах сетевого напряжения.</p>                                             | устанавливается кнопками $\oplus$ и $\ominus$ в пределах 25...999                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                | <div>rP.</div> <p>(Ruse period) Устанавливает количество периодов n «разогрева».</p>                                                            | устанавливается кнопками $\oplus$ и $\ominus$ в пределах 0...до половины заданных периодов <div>Prd</div>                                                                                                                                                                                                                            |
| <div>PCd</div> <p>(Paket Control Deley Triggering)<br/>Управление тиристорами происходит пакетным способом с возможностью упреждения включения тиристора.<br/>(см. Рис. 3)</p> | <div>Prd</div> <p>(Period) Пакетное управление с задержкой коммутации. устанавливает период регулирования T в периодах сетевого напряжения.</p> | устанавливается кнопками $\oplus$ и $\ominus$ в пределах 25...999                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                | <div>dtr.</div> <p>(Deley Triggering) Задержка коммутации. Устанавливает величину упреждения.</p>                                               | устанавливается кнопками $\oplus$ и $\ominus$ в пределах 0...90° одного периода.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <div>Zcr</div> <p>(Zero Crossing)<br/>Управление тиристорами происходит числоимпульсным способом.<br/>(см. Рис. 2)</p>                                                         | Параметров нет                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |



## 11.4 Подменю настройки параметров выхода



| Показания на дисплее                                                                                                              | Пояснения                                                                                                                                                 | Примечания                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>Level - Уровень</div> <div>Устанавливает минимальное и максимальное значение выходной мощности</div> <div><b>L u L</b></div> | На индикаторе отображается текущее значение выходной мощности <b>установленной сигналом по входу1</b> . (при выключенном входе1 отображаемое значение 00) | Текущее значение можно записать в качестве максимального <b>PH L</b> одновременным нажатием кнопок <b>+</b> и <b>↶</b><br>Текущее значение можно записать в качестве минимального <b>PL a</b> одновременным нажатием кнопок <b>-</b> и <b>↶</b> |
| <div>Power Low</div> <div><b>PL a</b></div>                                                                                       | Задаёт ограничение минимальной выходной мощности.<br>При заводских настройках равно 0%                                                                    | Значение устанавливается кнопками <b>+</b> и <b>-</b> в пределах от 0 до значения <b>PH L</b> (или максимальной мощности, установленной входом2, если In2/Typ= <b>PH L</b> , ограничивает минимальным из этих значений)                         |
| <div>Power High</div> <div><b>PH L</b></div>                                                                                      | Задаёт ограничение максимальной выходной мощности.<br>При заводских настройках равно 100%                                                                 | Значение устанавливается кнопками <b>+</b> и <b>-</b> в пределах от значения <b>PL a</b> до 100% (или минимальной мощности, установленной входом2, если In2/Typ= <b>PL a</b> , ограничивает максимальным из этих значений)                      |
| <div>Default = Сброс</div> <div><b>d e f</b></div>                                                                                | Сброс ограничений выходной мощности                                                                                                                       | Уровень минимальной выходной мощности <b>PL a</b> устанавливается 0%<br>Уровень максимальной выходной мощности <b>PH L</b> устанавливается 100%                                                                                                 |



## 11.5 Подменю настройки работы реле

REL → OFF − Er.0 − rdy − P:1

| Показания на дисплее | Пояснения                                                                                                                                                                         | Примечания                                                                                                        |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OFF                  | Реле всегда отключено.                                                                                                                                                            |                                                                                                                   |
| Er.0                 | При нормальной работе регулятора реле включено. При возникновении аварийных ситуаций реле выключается. Состояние входа разрешения работы на реле не влияет.                       |                                                                                                                   |
| rdy                  | При нормальной работе регулятора и замкнутом входе разрешения работы реле включено. При возникновении аварийных ситуаций или размыкании входа разрешения работы реле выключается. |                                                                                                                   |
| P:1                  | Реле включается при достижении мощности 100%.                                                                                                                                     | Может применяться для снижения тепловыделения при выдаче полной мощности путем включения шунтирующего контактора. |

При включенном реле замкнуты контакты 11-14, при выключенном 11-12.

## 11.6 Подменю настройки порта управления RS-485

485 → Addr → − + 1...127  
По умолчанию 1

−

br → 1.2 − 2.4 − 4.8 − 9.6

По умолчанию 1.2

| Показания на дисплее | Назначение               | Значения                     |
|----------------------|--------------------------|------------------------------|
| Addr (Address)       | Адрес устройства         | 1, ..., 127                  |
| br (baut rate)       | Скорость передачи данных | кБ/с (1.2) (2.4) (4.8) (9.6) |

**12 Комплект поставки**

|                                                                 |      |
|-----------------------------------------------------------------|------|
| Тиристорный регулятор мощности                                  | 1шт. |
| Клеммный блок 2EDGK-5.08-12 (12 конт.)                          | 1шт. |
| Клеммный блок 2EDGK-5.08-2 (2 конт.) ( для исполнения с RS-485) | 1шт. |
| Руководство по эксплуатации                                     | 1шт. |
| Транспортная упаковка                                           | 1шт. |

**Исполнения**

| Код для заказа   |                  |
|------------------|------------------|
| Код              | артикул (EAN-13) |
| TPM-3M-30-RS485  | 4640016937417    |
| TPM-3M-45-RS485  | 4640016937431    |
| TPM-3M-60-RS485  | 4640016937455    |
| TPM-3M-80-RS485  | 4640016937479    |
| TPM-3M-100-RS485 | 4640016938940    |
| TPM-3M-125-RS485 | 4640016938988    |
| TPM-3M-150-RS485 | 4640016939008    |
| TPM-3M-180-RS485 | 4640016939022    |
| TPM-3M-230-RS485 | 4640016939046    |
| TPM-3M-300-RS485 | 4640016939060    |
| TPM-3M-380-RS485 | 4640016939534    |
| TPM-3M-450-RS485 | 4640016939558    |
| TPM-3M-580-RS485 | 4640016939572    |
| TPM-3M-720-RS485 | 4640016939596    |

**Пример записи для заказа:****Тиристорный регулятор TPM-3M-300**

Где:

**TPM** - название изделия,  
**3** - количество фаз,  
**300** - коммутируемый ток, А.

Доступны к заказу регуляторы для схемы подключения нагрузки звезда с нейтралью.

Подробнее смотрите: <https://meandr.ru/trm-3>

Производитель оставляет за собой право вносить изменения в названия, конструкцию, комплектацию и внешний вид, не ухудшая при этом функциональные характеристики изделия.



Страница на сайте



### 13 Гарантийные обязательства

Гарантийный срок изделия 24 месяца с момента передачи его потребителю (продажи). Если дату передачи установить невозможно, срок исчисляется с даты изготовления. Дата изготовления указывается в паспорте изделия.

Претензии не принимаются при нарушении условий эксплуатации, при механических и термических повреждениях корпуса изделия.

Выездное гарантийное обслуживание не осуществляется.

Просьба сохранять заводскую упаковку. Возврат изделия производителю (в т.ч. на ремонт) в заводской упаковке или в иной, обеспечивающей механическую сохранность изделия при транспортировке.

Полная oferta сервисной службы размещена здесь: [www.meandr.ru/garant](http://www.meandr.ru/garant)

Дата продажи \_\_\_\_\_  
(заполняется потребителем при оформлении претензии)

### 14 Приёмка

Тиристорный регулятор ТРМ-3М-\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

изготовлен в соответствии с требованиями ТУ3428-006-31928807-2014 и признан годным для эксплуатации.

Сборщик-регулировщик \_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г

Контролёр ОТК \_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г

Не содержит драгоценные металлы

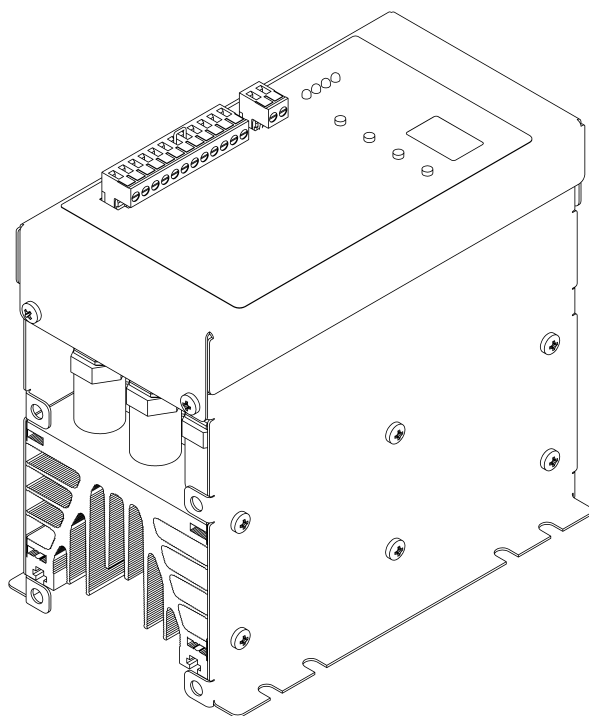
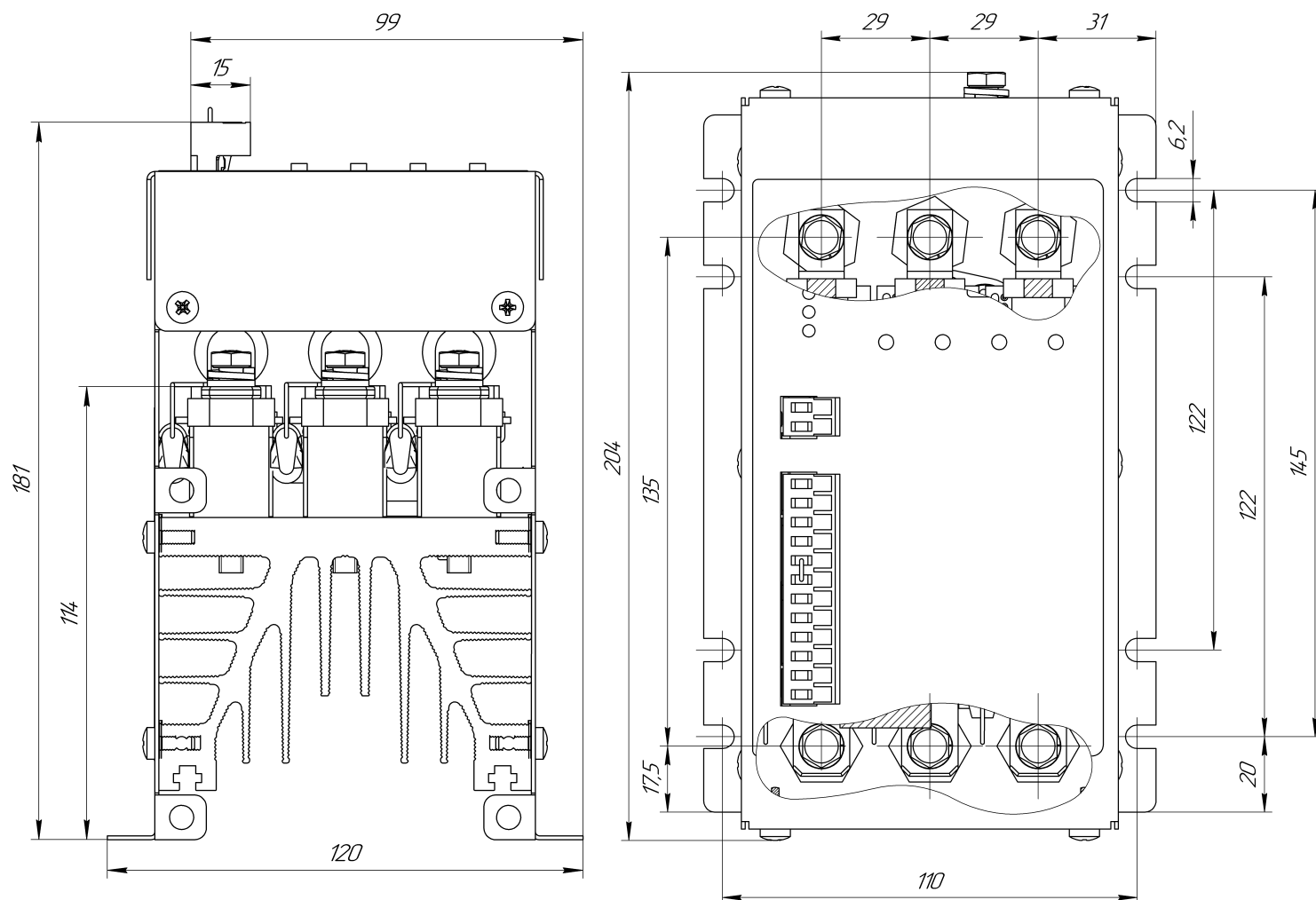


По истечении периода эксплуатации или при порче устройства необходимо подвергнуть его утилизации.



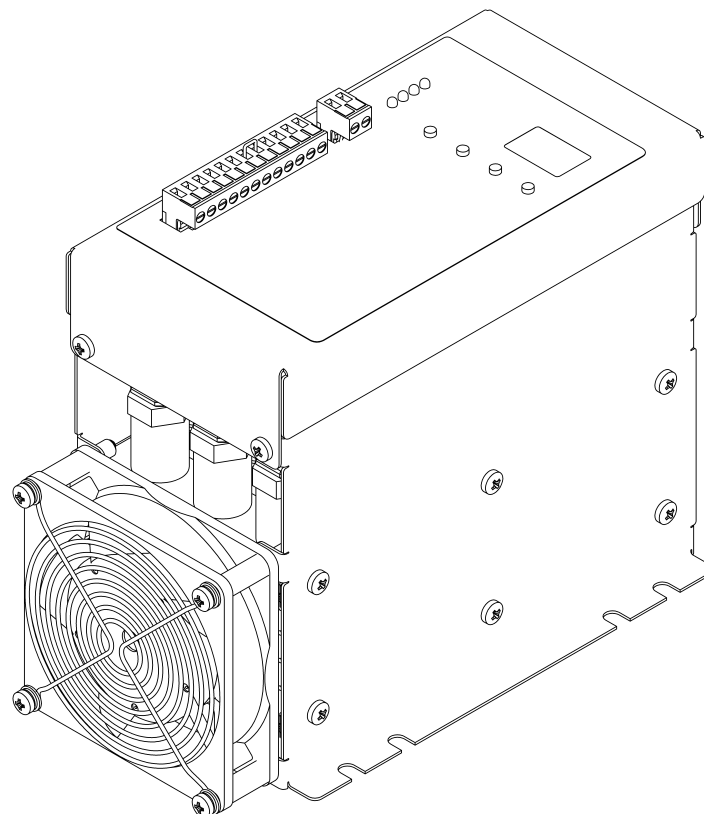
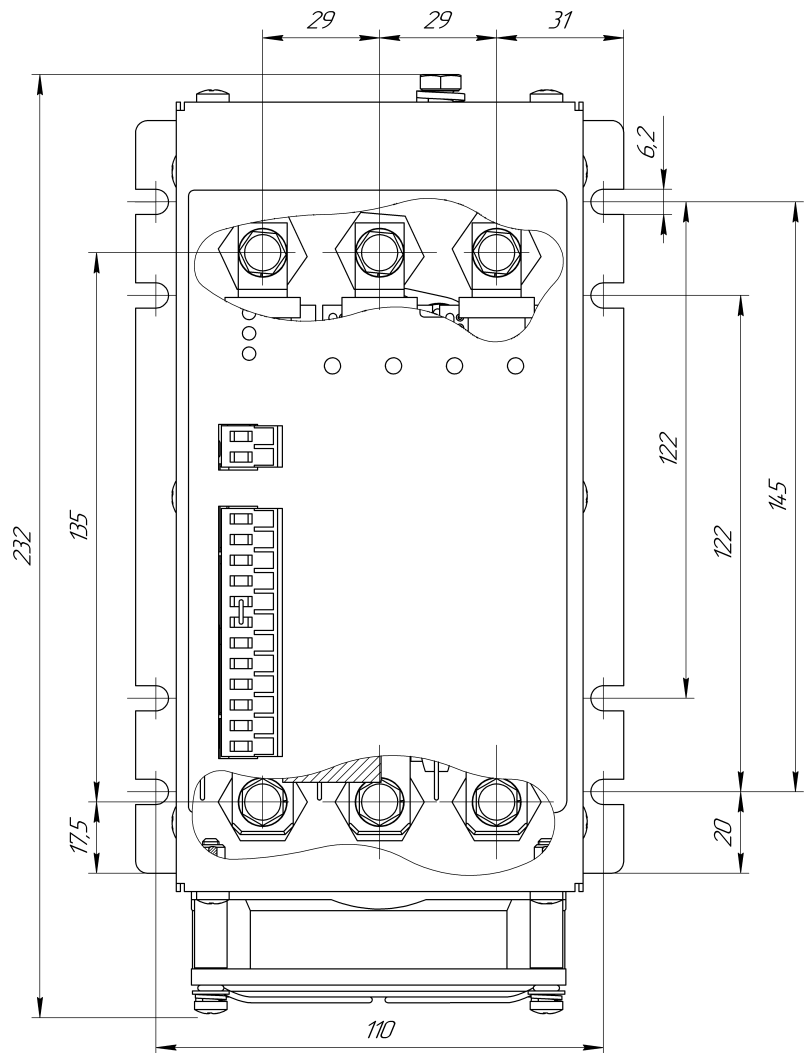
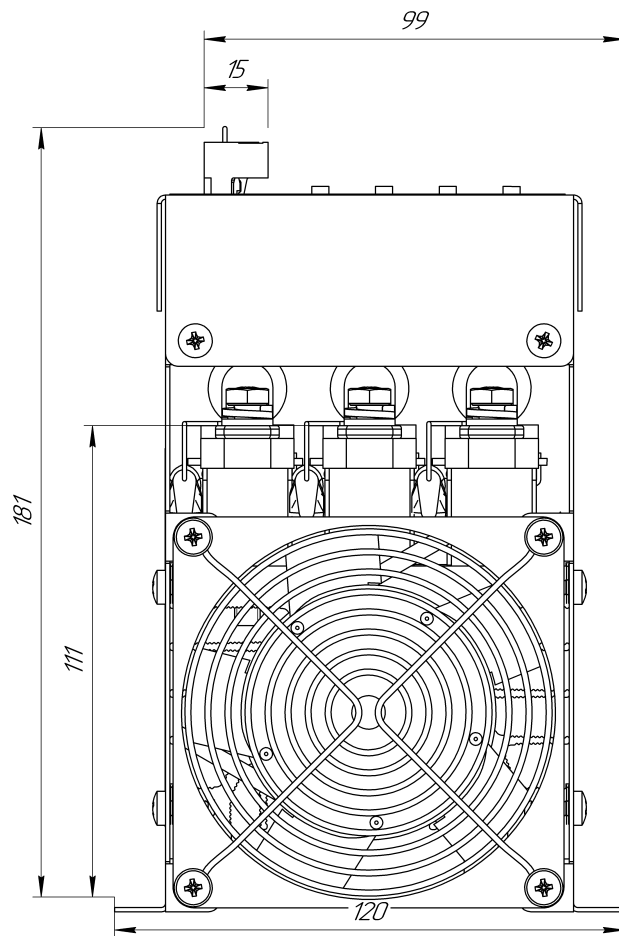
## 15 Габаритные характеристики регуляторов мощности

### ТРМ-3М-30



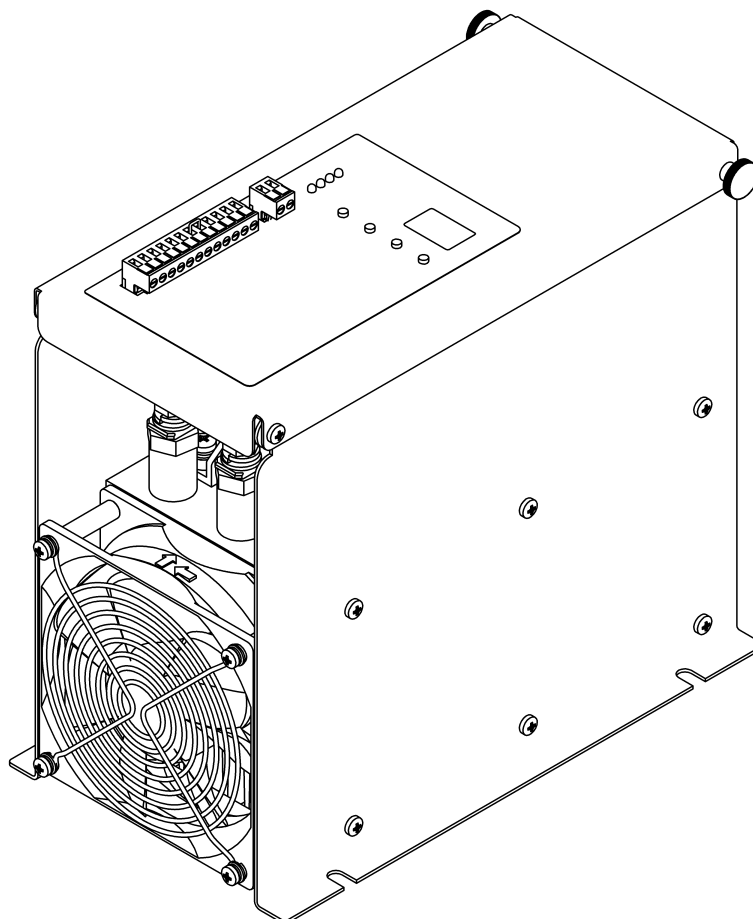
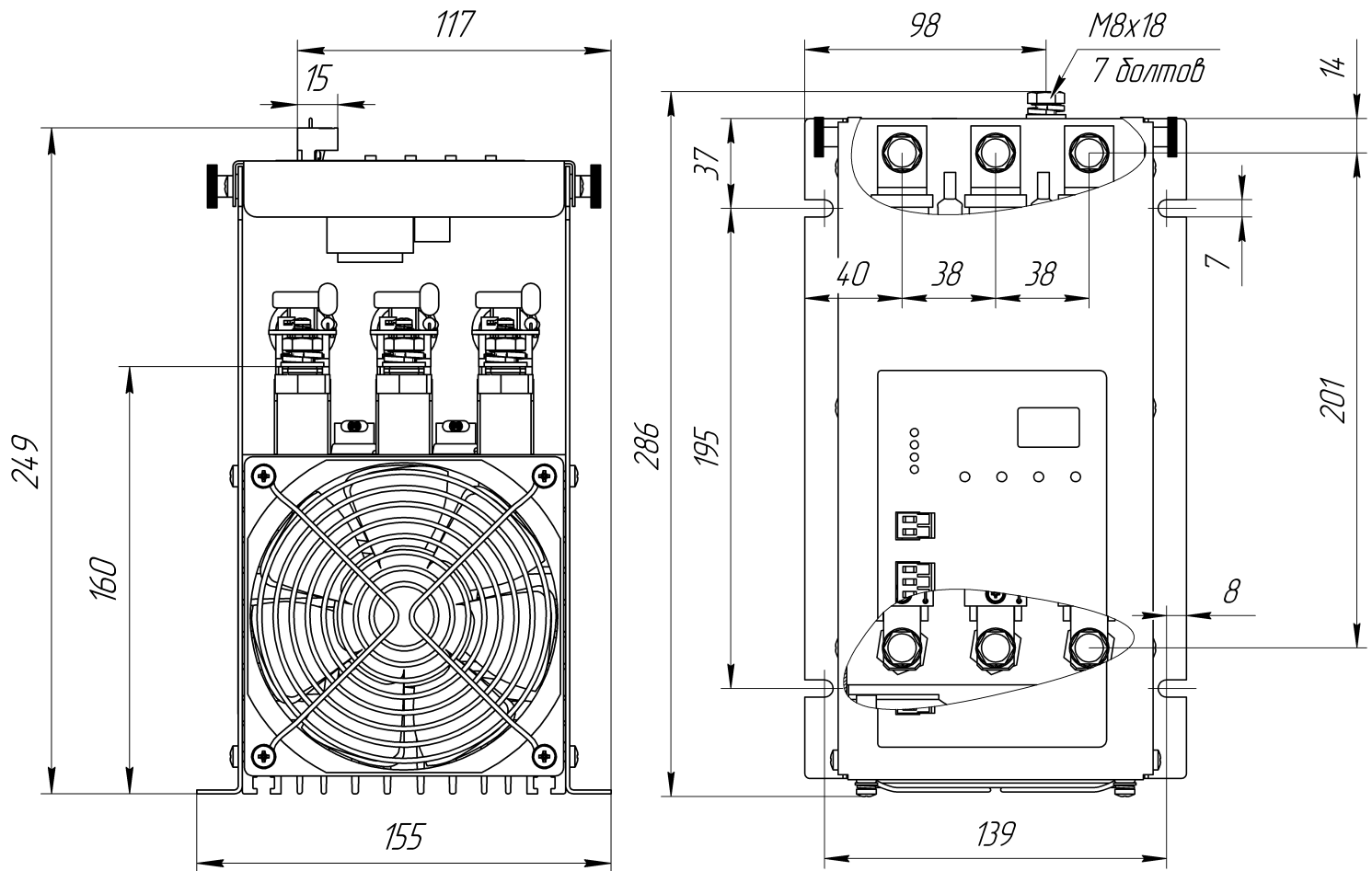


## ТРМ-3М-(45-60)



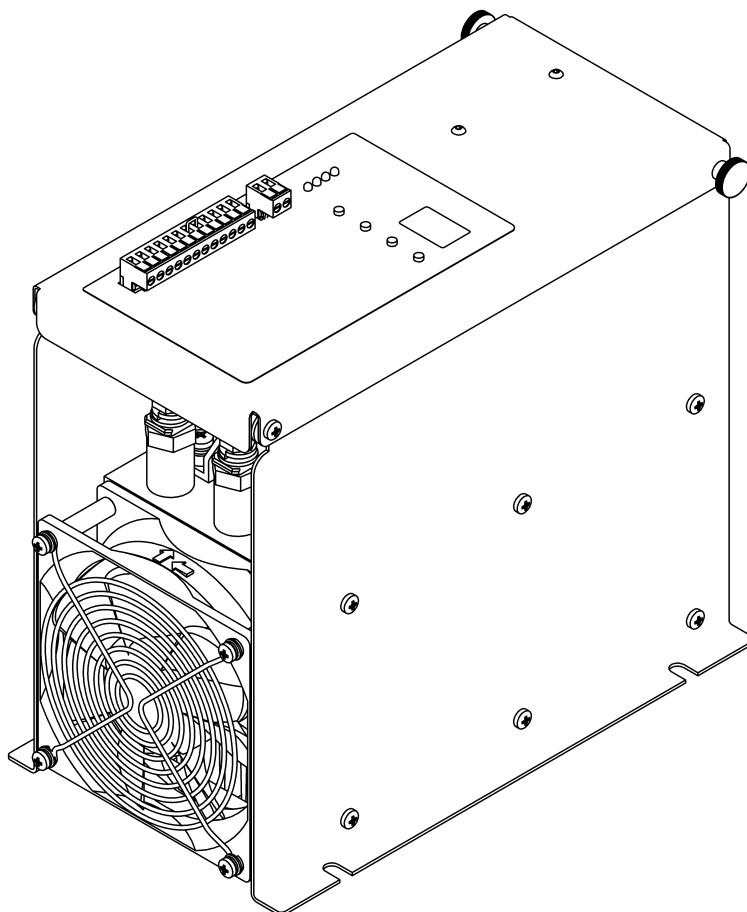
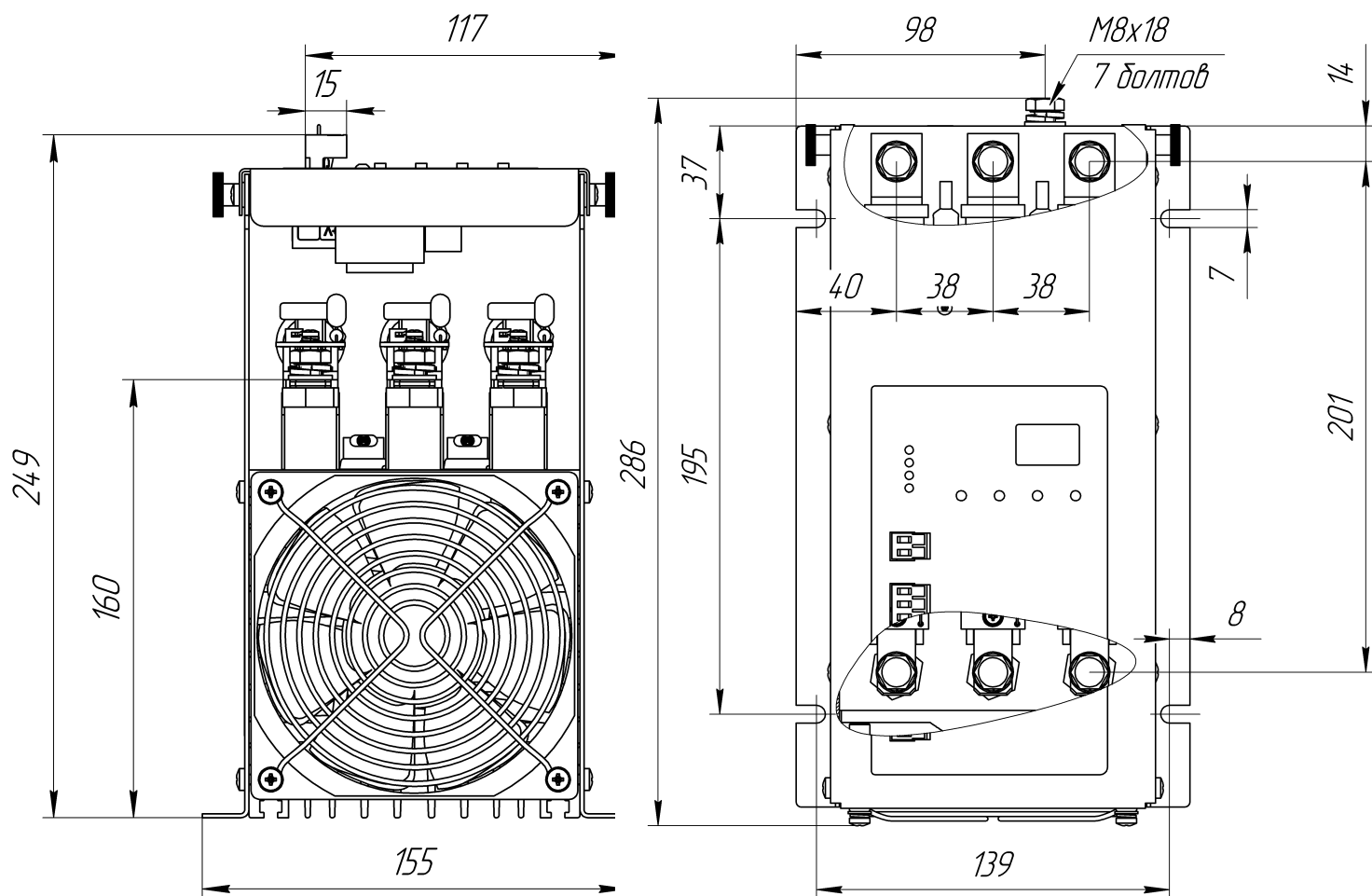


## ТРМ-3М-(80-100-125)



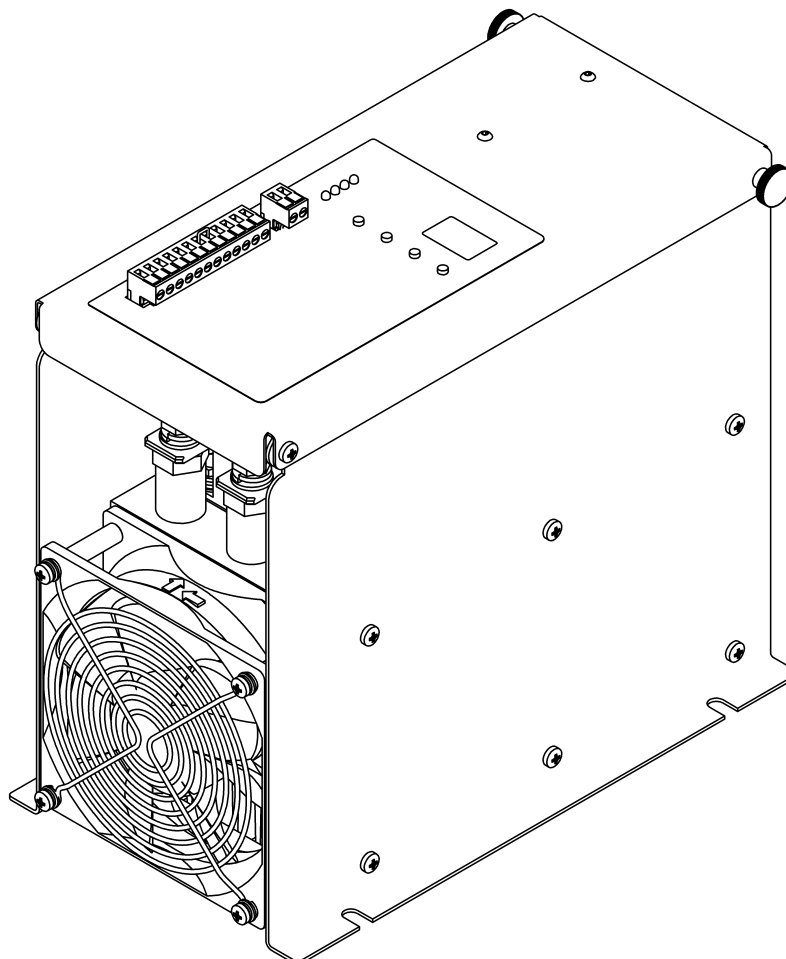
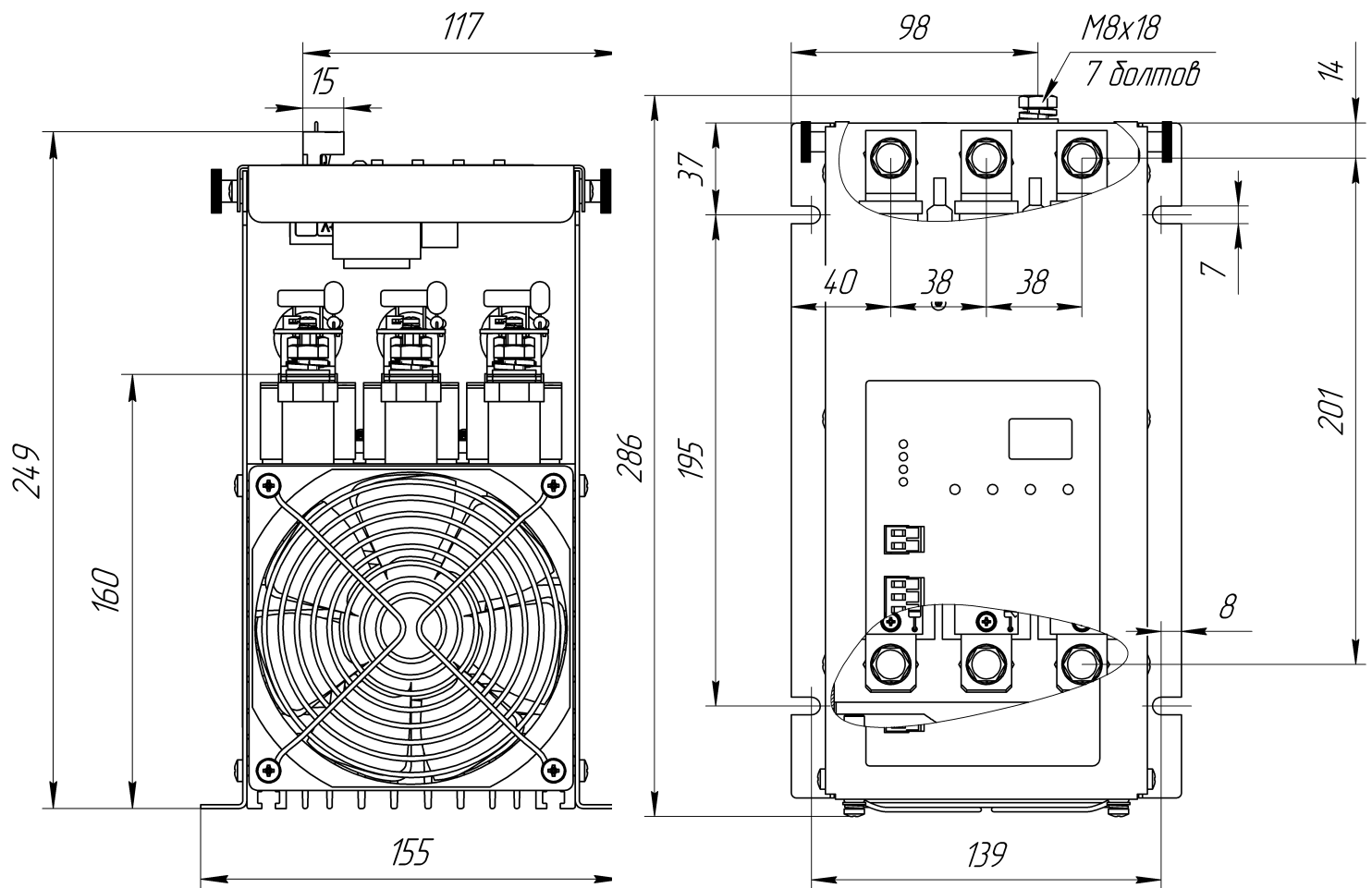


## ТРМ-3М-150



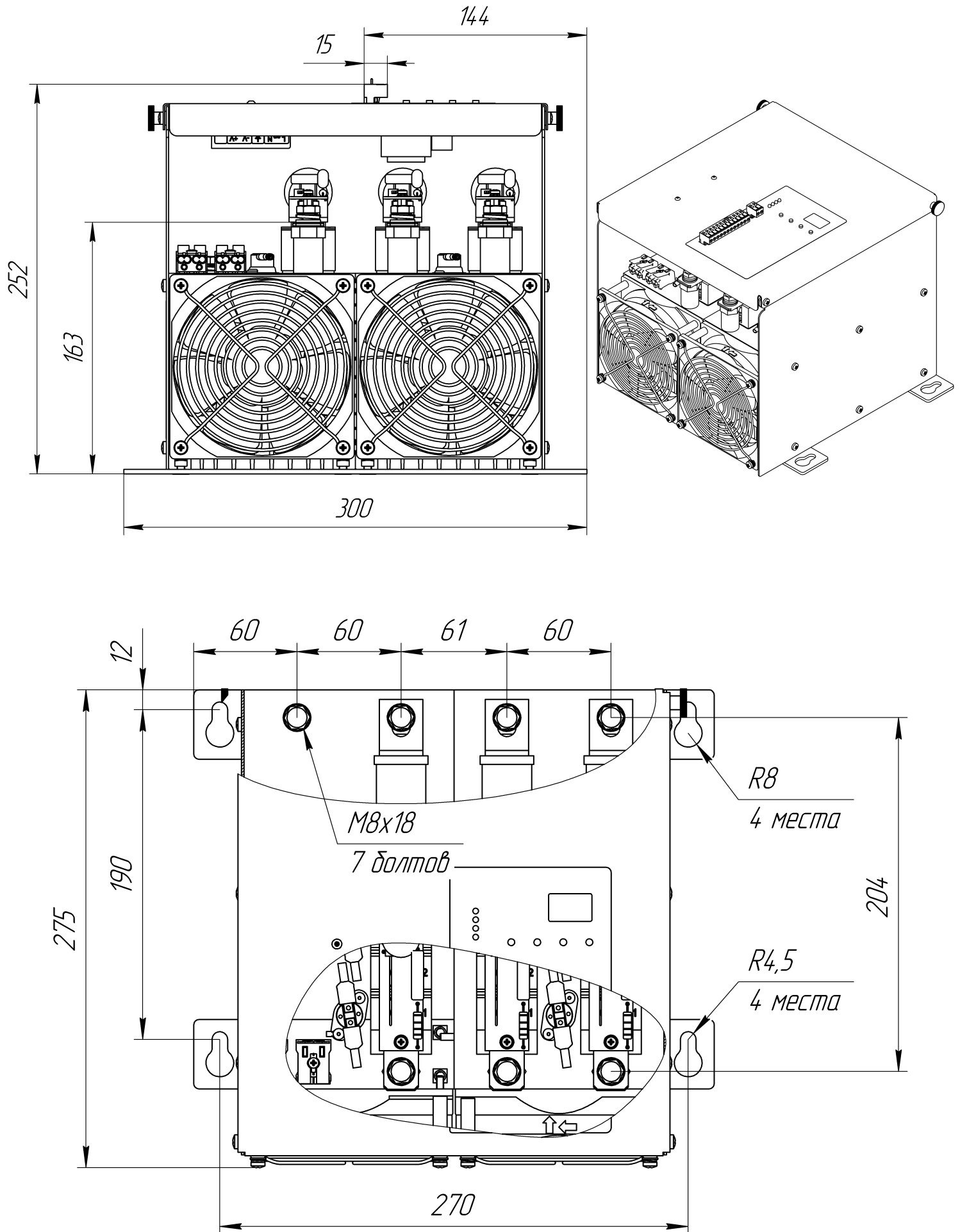


## ТРМ-3М-180



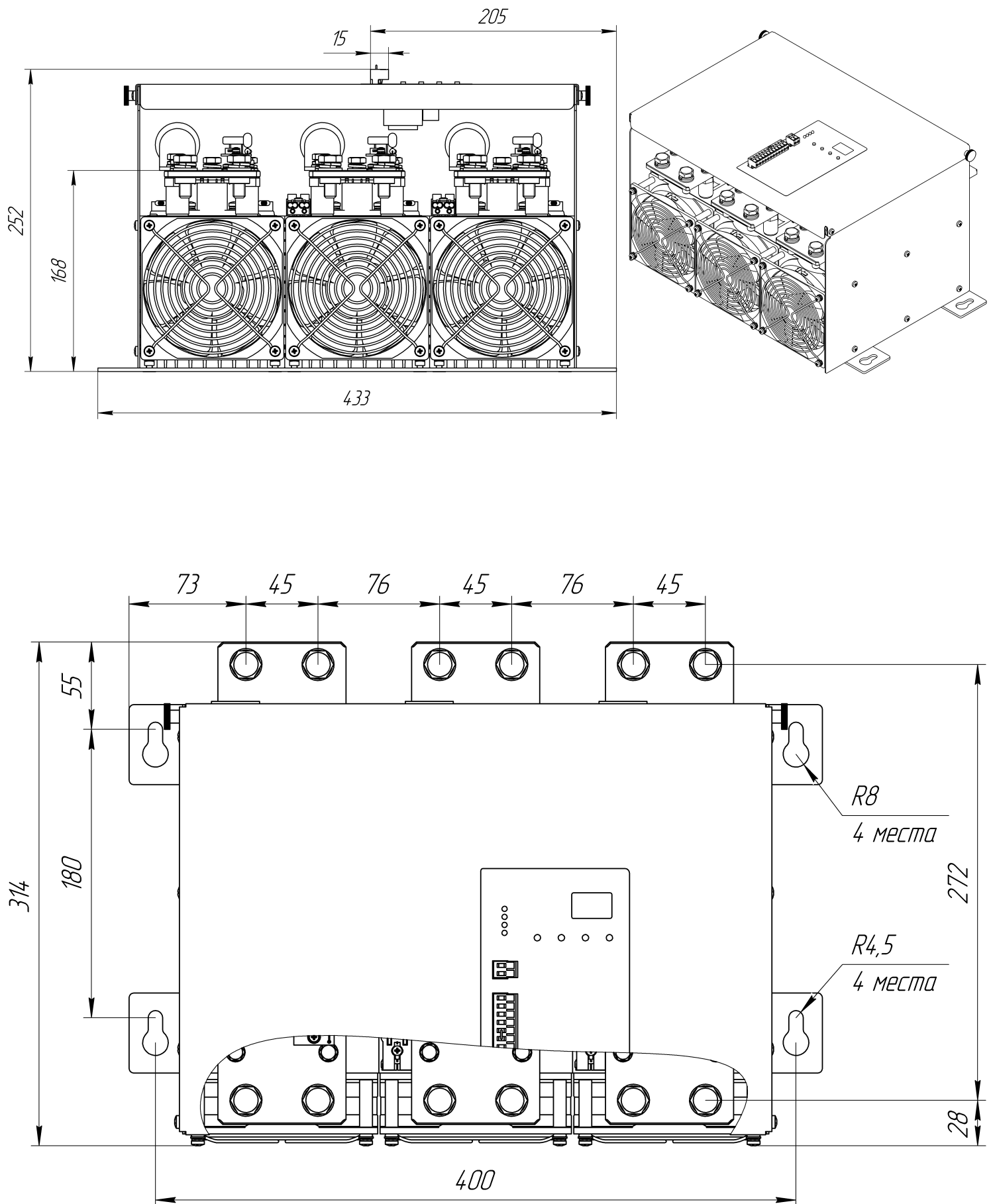


## ТРМ-3М-230



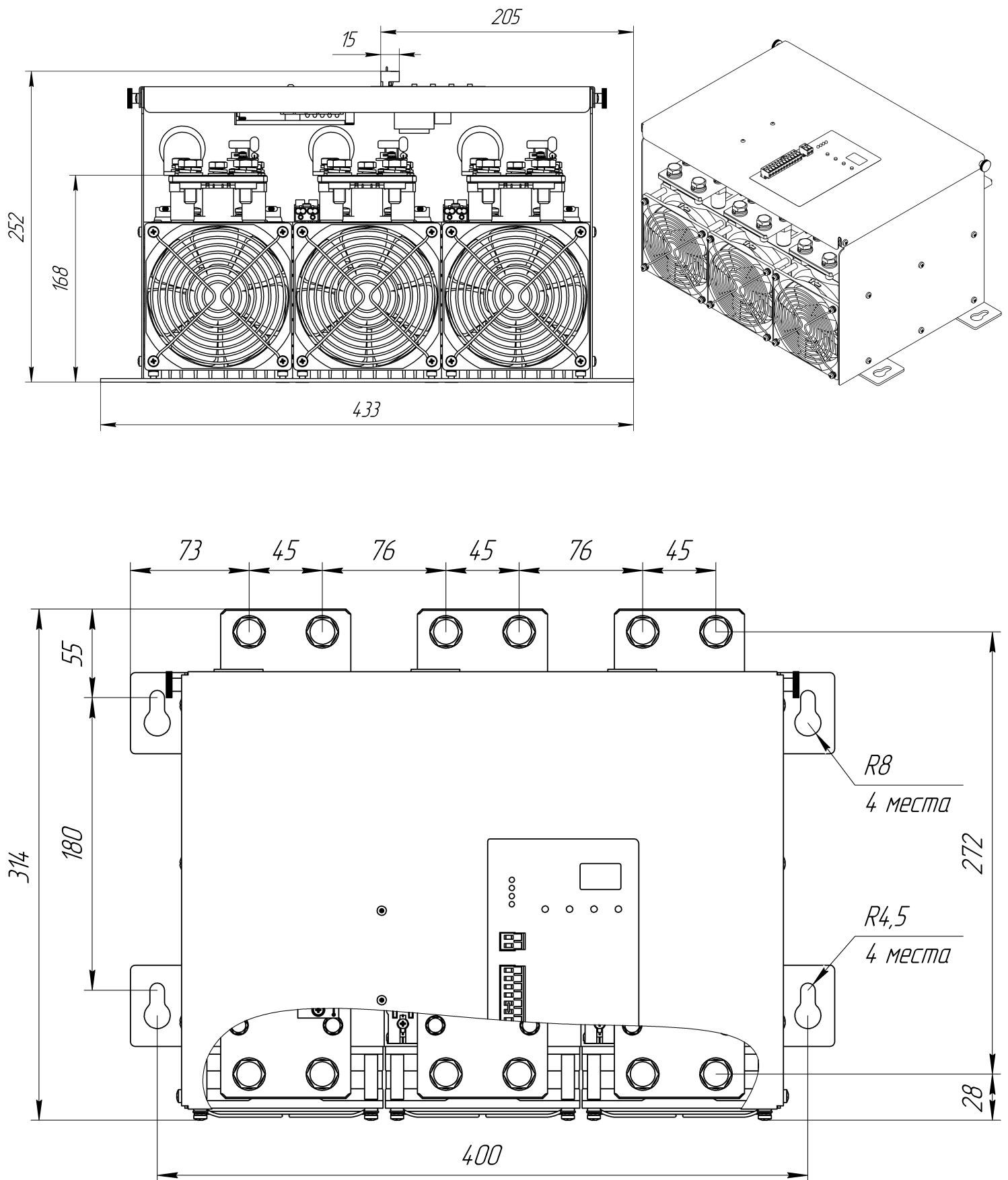


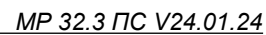
## ТРМ-3М-300





## ТРМ-3М-380





Technical drawing of the 'СВ-10' power supply unit, showing dimensions in millimeters (mm) and Russian text.

**Front View Dimensions:**

- Total width: 433 mm
- Total height: 271 mm
- Height of the main body: 168 mm
- Distance from the top edge to the top of the fan housing: 15 mm
- Distance from the right edge to the right side of the fan housing: 134 mm

**Top View Dimensions:**

- Total width: 400 mm
- Total height: 445 mm
- Distance from the top edge to the top of the fan housing: 16 mm
- Distance from the left edge to the left side of the fan housing: 116 mm
- Distance from the right edge to the right side of the fan housing: 18 mm
- Distance from the bottom edge to the bottom of the fan housing: 16 mm
- Distance from the front edge to the front of the fan housing: 175 mm
- Distance from the back edge to the back of the fan housing: 175 mm
- Distance from the left edge to the left side of the fan housing: 73 mm
- Distance from the right edge to the right side of the fan housing: 45 mm
- Distance from the front edge to the front of the fan housing: 76 mm
- Distance from the back edge to the back of the fan housing: 45 mm
- Distance from the left edge to the left side of the fan housing: 76 mm
- Distance from the right edge to the right side of the fan housing: 45 mm

**Side View Dimensions:**

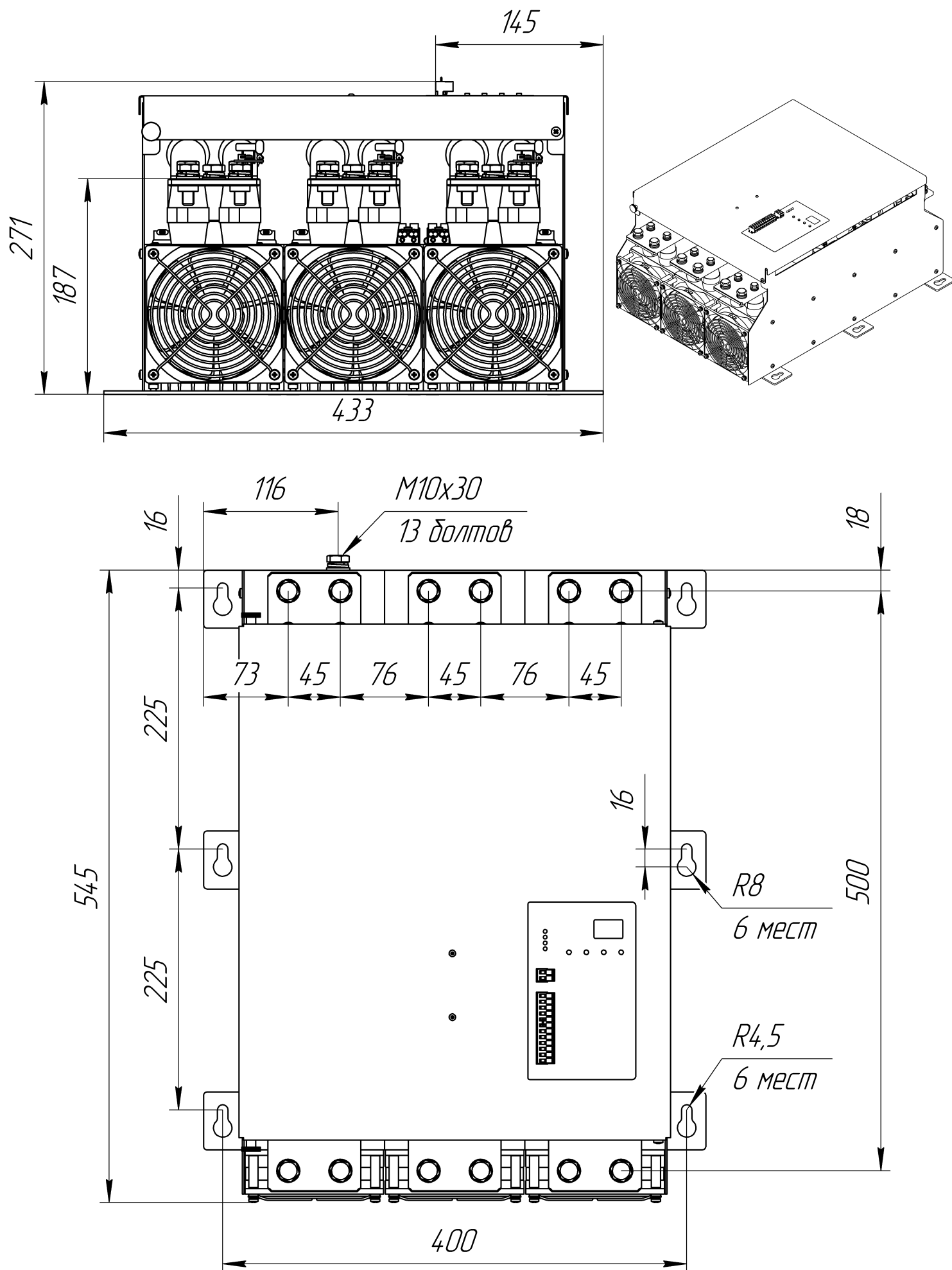
- Total width: 399 mm
- Distance from the top edge to the top of the fan housing: 16 mm
- Distance from the bottom edge to the bottom of the fan housing: 16 mm
- Distance from the front edge to the front of the fan housing: 175 mm
- Distance from the back edge to the back of the fan housing: 175 mm

**Other Details:**

- Top view shows a connector labeled **M10x30** and a note **13 болтов** (13 screws).
- Side view shows a connector labeled **R8** and a note **6 мест** (6 places).
- Side view shows a connector labeled **R4,5** and a note **6 мест** (6 places).



## ТРМ-3М-720





## Описание протокола Modbus

Устройство имеет 4 режима скорости и обязательный контроль чётности (включить «чёт» (even)). Скорость обмена задаётся через пункт меню регулятора (см. раздел 12.6). Максимальная длина линии 600 метров. Поддерживаются функции:

| №    | Описание (англ.)          | Описание (рус.)                         |                                             |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| 0x03 | Read Holding registers    | Считывание регистров                    | Поддерживается считывание только 1 регистра |
| 0x06 | Preset Single register    | Установка регистра                      |                                             |
| 0x16 | Preset Multiple registers | Установка значения нескольких регистров | Поддерживается установка только 1 регистра  |

Для функций записи одного или нескольких регистров поддерживаются широковещательные пакеты.

**Запросы и ответы.** Запрос (query) всегда инициируется ведущим (master) устройством.

Регулятор является ведомым (slave) и никогда не инициализирует запрос, а только формирует ответы (response) на запросы. Окончание посылки фиксируется по времени - 3.5 символа после последнего принятого байта.

Внутри посылки время между байтами не должно превышать 1.5 символа.

## 0x03 - Чтение нескольких регистров (Read Holding registers)

Запрос (query).

| № байта | Описание (англ.)    | Описание (рус.)                                   |      |
|---------|---------------------|---------------------------------------------------|------|
| 0       | Slave Address       | Адрес ведомого устройства                         | 0x12 |
| 1       | Function            | Номер функции                                     | 0x03 |
| 2       | Starting Address Hi | Старший байт адреса первого считываемого регистра | 0x00 |
| 3       | Starting Address Lo | Младший байт адреса первого считываемого регистра | 0x05 |
| 4       | No. of Points Hi    | Старший байт числа считываемых регистров          | 0x00 |
| 5       | No. of Points Lo    | Младший байт числа считываемых регистров          | 0x03 |
| 6       | CRC Lo              | Младший байт контрольной суммы                    | 0xXX |
| 7       | CRC Hi              | Старший байт контрольной суммы                    | 0xXX |

Ответ (response).

| № байта | Описание (англ.) | Описание (рус.)                          |      |
|---------|------------------|------------------------------------------|------|
| 0       | Slave Address    | Адрес ведомого устройства                | 0x12 |
| 1       | Function         | Номер функции                            | 0x03 |
| 2       | Byte Count       | Число байтов данных                      | 0x06 |
| 3       | Data Hi @ 0x05   | Старший байт данных для записи в регистр | 0xXX |
| 4       | Data Lo @ 0x05   | Младший байт данных для записи в регистр | 0xXX |
| 5       | CRC Lo           | Младший байт контрольной суммы           | 0xXX |
| 6       | CRC Hi           | Старший байт контрольной суммы           | 0xXX |

**Внимание! Число регистров для считывания должно быть равно единице.**

## 0x06 - Запись одного регистра (Preset Single register).

Запрос (query).

| № байта | Описание (англ.)    | Описание (рус.)                               |      |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------|------|
| 0       | Slave Address       | Адрес ведомого устройства                     | 0x12 |
| 1       | Function            | Номер функции                                 | 0x06 |
| 2       | Register Address Hi | Старший байт адреса устанавливаемого регистра | 0x00 |
| 3       | Register Address Lo | Младший байт адреса устанавливаемого регистра | 0x12 |
| 4       | Preset Data Hi      | Старший байт нового значения регистра         | 0x00 |
| 5       | Preset Data Lo      | Младший байт нового значения регистра         | 0x55 |
| 6       | CRC Lo              | Младший байт контрольной суммы                | 0xXX |
| 7       | CRC Hi              | Старший байт контрольной суммы                | 0xXX |

Ответ (response).

| № байта | Описание (англ.)    | Описание (рус.)                               |      |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------|------|
| 0       | Slave Address       | Адрес ведомого устройства                     | 0x12 |
| 1       | Function            | Номер функции                                 | 0x06 |
| 2       | Register Address Hi | Старший байт адреса устанавливаемого регистра | 0x00 |
| 3       | Register Address Lo | Младший байт адреса устанавливаемого регистра | 0x12 |
| 4       | Preset Data Hi      | Старший байт нового значения регистра         | 0x00 |
| 5       | Preset Data Lo      | Младший байт нового значения регистра         | 0x55 |
| 6       | CRC Lo              | Младший байт контрольной суммы                | 0xXX |
| 7       | CRC Hi              | Старший байт контрольной суммы                | 0xXX |



0x16 – Запись нескольких регистров (Preset Multiple registers).

Запрос (query).

| № байта | Описание (англ.)    | Описание (рус.)                                       |      |
|---------|---------------------|-------------------------------------------------------|------|
| 0       | Slave Address       | Адрес ведомого устройства                             | 0x12 |
| 1       | Function            | Номер функции                                         | 0x16 |
| 2       | Starting Address Hi | Старший байт адреса первого устанавливаемого регистра | 0x00 |
| 3       | Starting Address Lo | Младший байт адреса первого устанавливаемого регистра | 0x05 |
| 4       | No. of Registers Hi | Старший байт числа устанавливаемых регистров          | 0x00 |
| 5       | No. of Registers Lo | Младший байт числа устанавливаемых регистров          | 0x01 |
| 6       | Byte count          | Число байт данных                                     | 0x04 |
| 7       | Data Hi @ 0x05      | Старший байт данных для записи в регистр              | 0xXX |
| 8       | Data Lo @ 0x05      | Младший байт данных для записи в регистр              | 0xXX |
| 11      | CRC Lo              | Младший байт контрольной суммы                        | 0xXX |
| 12      | CRC Hi              | Старший байт контрольной суммы                        | 0xXX |

Ответ (response).

| № байта | Описание (англ.)    | Описание (рус.)                                       |      |
|---------|---------------------|-------------------------------------------------------|------|
| 0       | Slave Address       | Адрес ведомого устройства                             | 0x12 |
| 1       | Function            | Номер функции                                         | 0x16 |
| 2       | Starting Address Hi | Старший байт адреса первого устанавливаемого регистра | 0x00 |
| 3       | Starting Address Lo | Младший байт адреса первого устанавливаемого регистра | 0x05 |
| 4       | No. of Registers Hi | Старший байт числа устанавливаемых регистров          | 0x00 |
| 5       | No. of Registers Lo | Младший байт числа устанавливаемых регистров          | 0x01 |
| 6       | CRC Lo              | Младший байт контрольной суммы                        | 0xXX |
| 7       | CRC Hi              | Старший байт контрольной суммы                        | 0xXX |

**Внимание! Число регистров для считывания должно быть равно единице.****Контрольная сумма (CRC).**

Для вычисления контрольной суммы в Modbus RTU используется циклический избыточный код с образующим по-

линомом  $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ .

Коды ошибок:

| Код  | Описание (англ.)     | Пояснение                                                |
|------|----------------------|----------------------------------------------------------|
| 0x01 | Illegal function     | Попытка вызова функции, отличной от 0x03, 0x06, 0x16     |
| 0x02 | Illegal data address | Обращение к недопустимому адресу                         |
| 0x03 | Illegal data value   | Недопустимое значение                                    |
| 0x04 | slave device failure | Попытка записать или прочитать больше, чем одно значение |



## Адресное пространство.

Все читаемые и изменяемые величины являются регистрами. Доступ к ним осуществляется с помощью функций чтения нескольких регистров, записи одного регистра, записи нескольких регистров.

| Адрес (hex!) | Название параметра                       | Доступ | Значение по умолчанию | Мин.            | Макс.              | Единицы измерения                                                                                                                                                                                                                  | Аналогичный пункт меню                          | Комментарии                                                 |
|--------------|------------------------------------------|--------|-----------------------|-----------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|              | Вход 1                                   |        |                       |                 |                    |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |                                                             |
| 0x0010       | тип                                      | rw     | 0                     | 0               | 5                  | 0 - аналоговый вход выключен<br>1 - управление сигналом 0-5В<br>2 - управление сигналом 0-10В<br>3 - управление сигналом 4-20мА<br>4 - управление сигналом 0-20мА<br>5 - управление через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU | in.1/typ                                        |                                                             |
| 0x0011       | Текущее значение                         | r      | -                     | 0               | 511                | Отсчёты АЦП (9 бит)                                                                                                                                                                                                                | in.1/lvl/val                                    |                                                             |
| 0x0012       | Уровень мин.                             | rw     | 0                     | 0               | Уровень макс.-51   | Отсчёты АЦП (9 бит)                                                                                                                                                                                                                | in.1/lvl/1.Lo                                   |                                                             |
| 0x0013       | Уровень макс.                            | rw     | 511                   | Уровень мин.+51 | 511                | Отсчёты АЦП (9 бит)                                                                                                                                                                                                                | in.1/lvl/1.Hi                                   |                                                             |
| 0x0014       | Инверсия                                 | rw     | 0                     | 0               | 1                  | 0 - выключена<br>1 - включена                                                                                                                                                                                                      | in.1/inv                                        |                                                             |
|              | Вход 2                                   |        |                       |                 |                    |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |                                                             |
| 0x0020       | режим                                    | rw     | 0                     | 0               | 5                  | 0 - не используется<br>1 - задаёт максимальное регулировочное значение (от минимального до предела вверх)<br>2 - задаёт минимальное регулировочное значение (от нуля до максимально разрешённого)                                  | in.2/typ                                        |                                                             |
| 0x0021       | Текущее значение                         | r      | -                     | 0               | 511                | Отсчёты АЦП (9 бит)                                                                                                                                                                                                                | in.2/lvl/val                                    |                                                             |
| 0x0022       | Уровень мин.                             | rw     | 0                     | 0               | Уровень макс.-51   | Отсчёты АЦП (9 бит)                                                                                                                                                                                                                | in.2/lvl/1.Lo                                   |                                                             |
| 0x0023       | Уровень макс.                            | rw     | 511                   | Уровень мин.+51 | 511                | Отсчёты АЦП (9 бит)                                                                                                                                                                                                                | in.2/lvl/1.Hi                                   |                                                             |
| 0x0024       | Инверсия                                 | rw     | 0                     | 0               | 1                  | 0 - выключена<br>1 - включена                                                                                                                                                                                                      | in.2/inv                                        |                                                             |
|              | Thyristor ctrl mode                      |        |                       |                 |                    |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |                                                             |
| 0x0030       | Mode                                     | rw     | 0                     | 0               | 4                  | 0 - управление фазовым углом (РА);<br>1 - полупериодное управление (ZC);<br>2 - пакетное управление;<br>3 - пакетное управление и плавный запуск на каждом периоде;<br>4 - переход от пакетного управления к фазовому              | thr                                             |                                                             |
| 0x0040       | PA-LNR                                   | rw     | 0                     | 0               | 2                  | 0 - режим стабилизации выключен;<br>1 - приведение регулировочной характеристики к линейной по напряжению;<br>2 - приведение регулировочной характеристики к линейной по мощности                                                  | thr/P.A./Lnr                                    | Линеаризация в режиме РА                                    |
| 0x0041       | PA-rise time                             | rw     | 0                     | 0               | 300                | Сотни миллисекунд                                                                                                                                                                                                                  | thr/P.A./r.t                                    | Время нарастания мощности от 0 до 100 % в режиме РА         |
| 0x0042       | PA-fall time                             | rw     | 0                     | 0               | 300                | Сотни миллисекунд                                                                                                                                                                                                                  | thr/P.A./F.t                                    | Время спада мощности от 100 до 0 % в режиме РА              |
| 0x0050       | Pulse-Period                             | rw     | 25                    | 25              | 999                | Периоды фазы                                                                                                                                                                                                                       | thr/A2P/Prd<br>thr/P.C.S./Prd<br>thr/P.C.d./Prd | Период следования пачек                                     |
| 0x0051       | Rise Periods (package ctrl w soft start) | rw     | 0                     | 0               | <Pulse-Period> / 2 | Период фазы                                                                                                                                                                                                                        | thr/P.C.S/r.P.                                  | Время разгона на каждой пачке                               |
| 0x0052       | Start time (sec, A2P)                    | rw     | 1                     | 1               | 999                | секунды                                                                                                                                                                                                                            | thr/A2P/S.t                                     | Время разгона перед переходом к числоимпульсному управлению |
| 0x0053       | Delay Trigger (for DT mode)              | rw     | 0                     | 0               | 90                 | градусы                                                                                                                                                                                                                            | thr/P.C.d./d.tr                                 | Угол упреждения коммутации                                  |



| Адрес (hex!) | Название параметра | Доступ                                      | Значение по умолчанию | Мин.      | Макс.     | Единицы измерения                                                                                           | Аналогичный пункт меню | Комментарии                                                                                                                            |
|--------------|--------------------|---------------------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | Out cfg            |                                             |                       |           |           |                                                                                                             |                        |                                                                                                                                        |
| 0x0060       | Power Setpoint     | r или rw (если первый вход в режиме RS-485) | 0                     | Power min | Power max | 0.1%                                                                                                        |                        | Уставка мощности. При попытке записи в режиме отличном от управления по RS-485 будет выдана ошибка попытки доступа к неверному адресу. |
| 0x0061       | Power Current      | r                                           |                       | 0         | 1000      | 0.1%                                                                                                        | out/lvl                | Текущая мощность                                                                                                                       |
| 0x0062       | Power Min          | rw                                          |                       | 0         | Power Max | 0.1%                                                                                                        | out/P.Lo.              | Минимальная мощность                                                                                                                   |
| 0x0063       | Power Max          | rw                                          |                       | Power min | 1000      | 0.1%                                                                                                        | out/P.Hi.              | Максимальная мощность                                                                                                                  |
| 0x0070       | Relay Mode         | rw                                          | 0                     | 0         | 2         | 0 - всегда выключено<br>1 - включено при 100% мощности на выходе регулятора<br>2 - включено если ошибок нет | rEL                    |                                                                                                                                        |
| 0x0080       | RS-485 slave addr  | rw                                          | 1                     | 1         | 127       |                                                                                                             | Adr                    |                                                                                                                                        |
| 0x0081       | RS-485 baudRate    | rw                                          | 0                     | 0         | 3         | 0 - битрейт 1200 бит/с<br>1 - битрейт 2400 бит/с<br>2 - битрейт 4800 бит/с<br>3 - битрейт 9600 бит/с        | br                     |                                                                                                                                        |

| Регистры ошибок и состояния |                   |   |   |   |   |  |  |                                                                                                                       |
|-----------------------------|-------------------|---|---|---|---|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x0100                      | Any err           | r | - | 0 | 1 |  |  | Есть любая ошибка в работе                                                                                            |
| 0x0101                      | Phase rep err     | r | - | 0 | 1 |  |  | Ошибка частоты сети                                                                                                   |
| 0x0102                      | Phase full loss   | r | - | 0 | 1 |  |  | Отсутствие сигнала фазы                                                                                               |
| 0x0103                      | Overheat          | r | - | 0 | 1 |  |  | Перегрев                                                                                                              |
| 0x0104                      | Regulator pwr low | r | - | 0 | 1 |  |  | Низкое напряжение питания регулятора                                                                                  |
|                             |                   |   |   |   |   |  |  |                                                                                                                       |
| 0x0110                      | Enable in         | r | - | 0 | 1 |  |  | 1 - вход замкнут, работа разрешена                                                                                    |
| 0x0111                      | Rly state         | r | - | 0 | 1 |  |  | 1 - реле включено                                                                                                     |
| 0x0200                      | Save Cfg          | w | - |   |   |  |  | Для сохранения настроек надо последовательно записать в регистр 0xAAAA, потом 0x5555 и произойдет сохранение настроек |