

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ  
НАПРЯЖЕНИЯ  
ДЛЯ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ  
С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ  
ЧАСТОТЫ

# ПНКЗ-ППЧ-М10

РУКОВОДСТВО ПО  
ЭКСПЛУАТАЦИИ  
РМЕА. 435241.403 РЭ  
часть 1



# ЭНЕРГОМЕРА

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1 Описание и работа .....	3
1.1 Назначение преобразователей .....	3
1.2 Технические характеристики .....	4
1.3 Комплектность .....	9
1.4 Устройство и работа .....	10
1.4.1 Конструкция преобразователей .....	10
1.4.2 Принцип работы .....	12
1.4.3 Устройство и работа блоков .....	14
1.5 Маркировка .....	20
2 Использование по назначению .....	21
2.1 Подготовка преобразователей к использованию .....	21
2.1.1 Меры безопасности при подготовке изделия .....	21
2.1.2 Указания по установке .....	21
2.1.3 Подготовка к работе .....	22
2.2 Использование преобразователей .....	24
2.2.1 Порядок работы .....	24
2.2.2 Перечень возможных неисправностей .....	25
3 Техническое обслуживание .....	26
3.1 Меры безопасности .....	26
3.2 Порядок технического обслуживания .....	26
4 Транспортирование и хранение .....	27

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на преобразователи напряжения для катодной защиты с промежуточным преобразованием частоты типа «ЭНЕРГОМЕРА» ПНКЗ-ППЧ-М10, именуемые в дальнейшем “преобразователи”.

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения принципа работы преобразователей и их правильной эксплуатации. При ознакомлении с преобразователями и их техническом обслуживании следует дополнительно пользоваться схемой электрической принципиальной РМЕА.435241.403 ЭЗ и схемами входящих блоков, приведенных в руководстве по эксплуатации, РМЕА.435241.403-01 РЭ, часть 2 (сборник приложений).

Требуемый уровень специальной подготовки обслуживающего персонала – среднетехнический. К работе по обслуживанию преобразователей должны допускаться только лица, прошедшие специализированное обучение и получившие необходимые знания: по способу катодной защиты сооружений от коррозии, устройству, принципу работы, порядку правильной эксплуатации преобразователей, после прохождения специального инструктажа по технике безопасности.

Небольшие расхождения между настоящим руководством по эксплуатации и отдельными экземплярами преобразователей возможны в связи с совершенствованием их схемы и конструкции.

## **1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА**

### **1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

**1.1.1** Преобразователи напряжения для катодной защиты с промежуточным преобразованием частоты типа «ЭНЕРГОМЕРА» ПНКЗ-ППЧ-М10» предназначены для применения в составе установок электрохимической (катодной) защиты подземных металлических сооружений (газопроводов, нефтепроводов, объектов коммунального хозяйства и других объектов) от электрохимической коррозии.

**1.1.2** Преобразователи соответствуют требованиям ГОСТ Р 51164, ГОСТ9.602, ГОСТ26830, ГОСТ24634, техническим условиям ТУ3415-010-22136119-03 и комплекту документации изготовителя РМЕА.435241.403.

**1.1.3** Преобразователи изготавливают в климатическом исполнении У, категории размещения 2 по ГОСТ15150 и предназначены для размещения в оболочках комплектных устройств категории размещения 1, обеспечивающих степень защиты не ниже IP34 по ГОСТ14254, и укрытиях различных типов (например: в шкафах выпрямителей для катодной защиты, под навесами, в помещениях с естественными климатическими условиями).

**1.1.4** Преобразователи обеспечивают надёжную устойчивую работу при воздействии внешних климатических и атмосферных факторов по ГОСТ15150 и ГОСТ15543.1:

- диапазон рабочих температур окружающей среды: от м и н у с 40°С до +45°С;
- относительная влажность воздуха (при температуре окружающей среды +250С): до 98%;
- атмосферное давление 86,6- 106,7 кПа (от 650 до 800 мм рт.ст.).
- атмосфера типов I и II.

**1.1.5** Рабочий режим преобразователей – продолжительный, непрерывный.

**1.1.6** Охлаждение преобразователей – воздушное, естественное.

**1.1.7** При установке, монтаже и эксплуатации преобразователей следует руководствоваться настоящим руководством по эксплуатации РМЕА.435241.403 РЭ (часть 1) и

сборником приложений РМЕА.435241.403-01 РЭ (часть 2).

## 1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.2.1 Основные технические характеристики типоразмеров преобразователей соответствуют значениям, указанным в табл. 1.

**Таблица 1.** Основные технические характеристики преобразователей.

Наименование параметров	Норма для типоразмеров преобразователей					
	ПКЗ-ППЧ-М10- -15-24-У2	ПКЗ-ППЧ-М10- -20-30-У2	ПКЗ-ППЧ-М10- -32-30-У2	ПКЗ-ППЧ-М10- -25-48-У2	ПКЗ-ППЧ-М10- -32-48-У2	ПКЗ-ППЧ-М10- -42-48-У2
1. Номинальная выходная активная мощность, кВт	0,35	0,6	1,0	1,2	1,5	2,0
2. Номинальный выходной ток, А - в основном режиме - в дополнительном режиме	15 7,5	20 10	32 16	25 12,5	32 16	42 21
3. Номинальное выходное напряжение, В - в основном режиме - в дополнительном режиме	24 48	30 60	30 60	48 96	48 96	48 96
4. Активная потребляемая мощность, кВт, не более	0,450	0,732	1,143	1,412	1,807	2,372
5. Полная потребляемая мощность, не более, кВт	0,459	0,747	1,166	1,440	1,844	2,420
6. Коэффициент полезного действия в номинальном режиме, %, не менее	80	82	84	85	85	85
7. Коэффициент мощности в номинальном режиме, не менее	0,98					
8. Питающая сеть	однофазная, переменного тока					
9. Напряжение питающей сети, В	220 (+22, -44)					
10. Частота питающей сети, Гц	50±1					

1.2.2 Номинальные выходные параметры преобразователей обеспечиваются при номинальном напряжении сети и работе на номинальную активную и комплексную нагрузку, характеристики которой указаны в табл. 2.

**Таблица 2.** Номинальные значения элементов комплексной нагрузки.

Типоисполнение преобразователя	Номинальное активное сопротивление, $R_{H1}$ , Ом		Емкость, $C_H$ , мкФ	Индуктивность, $L_H$ , мГн
	$R_{H1}$ , Ом	$R_{H2}$ , Ом		
	Режим 1 (основной) $U_H, I_H$	Режим 2 (дополнительный) $2U_H, 0,5I_H$		
ПНКЗ-ППЧ-М10-15-24-У2	1,6	6,4	100	3,0
ПНКЗ-ППЧ-М10-20-30-У2	1,5	6,0		
ПНКЗ-ППЧ-М10-32-30-У2	0,94	3,75		
ПНКЗ-ППЧ-М10-25-48-У2	1,92	7,68		
ПНКЗ-ППЧ-М10-32-48-У2	1,5	6,0		
ПНКЗ-ППЧ-М10-42-48-У2	1,14	4,57		

**1.2.3** Преобразователи обеспечивают устойчивую и надежную работу при изменении активного сопротивления нагрузки  $R_{H1}$  (табл.2) в пределах от  $0,2R_{H1}$  до  $5R_{H1}$ , а емкости  $C_H$  и индуктивности  $L_H$  от нулевых до номинальных значений, указанных в табл. 2.

**1.2.4** Преобразователи работают в режимах:

- 1) автоматического поддержания заданного защитного потенциала, на заданном уровне в диапазоне значений от минус 0,5 В до минус 3,5 В;
- 2) автоматического поддержания защитного тока (стабилизации тока нагрузки) ;
- 3) ручной установки выходного напряжения;
- 4) циклического прерывания тока нагрузки по сигналам системы телемеханики, для измерения поляризационного потенциала.

**1.2.5** В режиме автоматического поддержания заданного защитного потенциала установившееся отклонение защитного потенциала в диапазоне значений от минус 0,5 В до минус 3,5 В, при нормальных климатических условиях и изменении напряжения питающей сети в диапазоне от 176 В до 242 В – не более 0,5% от заданного уровня.

**1.2.6** Дополнительное установившееся отклонение заданного защитного потенциала при номинальном напряжении питающей сети и изменении температуры окружающей среды в диапазоне от минус 40°C до +45°C – не более 2%.

**1.2.7** В режиме автоматического поддержания защитного тока (стабилизации тока нагрузки), при номинальном сопротивлении нагрузки  $R_{H1}$  (табл.2), в диапазоне рабочих напряжений питающей сети 176...242В, диапазон регулирования тока нагрузки - не менее 5...100% номинального значения.

**1.2.8** В режиме автоматического поддержания защитного тока (стабилизации тока нагрузки) установившееся отклонение тока нагрузки в диапазоне 10...100% номинального значения, в нормальных климатических условиях:

- 1) при изменении напряжения питающей сети от 176 В до 242 В и номинальном сопротивлении нагрузки  $R_{H1}$  (табл.2) – не более 1%;
- 2) при изменении сопротивления нагрузки от номинального значения  $R_{H1}$  до  $0,2R_{H1}$  и номинальном напряжении питающей сети 220В – не более 1%.

**1.2.9** В режиме ручной установки выходного напряжения, при номинальном активном сопротивлении нагрузки  $R_{H1}$  (табл.2), в диапазоне рабочих напряжений питающей сети 176В...242В, диапазон регулирования выходного напряжения – не менее 5...100% номинального значения.

**1.2.10** В режиме циклического прерывания тока нагрузки обеспечивается прерывание тока нагрузки преобразователя, при замыкании конт. 12 и 13 блока зажимов "ТМ" механическим или электронным "сухим" контактом.

**1.2.11** Входное сопротивление цепей измерения разности потенциалов при нормальных климатических условиях и при воздействии внешних климатических и атмосферных факторов, указанных в п. 1.1.4, не менее:

- 1) 10МОм – по высокоомному входу (ДП);
- 2) 1МОм – по низкоомному входу (ЭС).

**1.2.12** Преобразователи устойчиво и надежно функционируют при воздействии на входы измерения разности потенциалов "ДП", "ЭС" и "Т" сигнала помехи – переменного синусоидального напряжения 50 Гц (и свыше 50 Гц), величиной до 10 В (амплитудное значение).

**1.2.13** Суммарный коэффициент пульсаций НЧ и ВЧ составляющих тока нагрузки преобразователей при номинальных выходных параметрах – не более 3%.

**1.2.14** Длительности переходных процессов установления выходного напряжения преобразователей:

- 1) при подаче напряжения питающей сети – в пределах от 1с до 5с;
- 2) при изменении защитного потенциала (в автоматическом режиме работы) – не более 2 с.

**1.2.15** При увеличении тока нагрузки свыше номинального значения в режимах "АВТ" и "РУЧН" преобразователи переходят в режим токоограничения, поддерживая ток нагрузки не более 1,1 номинального значения, а световой индикатор "ОГРАН.ТОКА" засвечивается.

**1.2.16** Преобразователи устойчивы к внешним коротким замыканиям в цепях нагрузки.

**1.2.17** Преобразователи устойчивы к внутренним коротким замыканиям в цепях силового трансформатора инвертора и цепях формирования выходного напряжения.

**1.2.18** Преобразователи сохраняют работоспособность при обрыве цепей измерения разности потенциалов от датчика опорного потенциала (электрода сравнения) или от защищаемого сооружения. При этом ток нагрузки не превышает величину 1,1 номинального значения.

**1.2.19** Преобразователи надежно включаются в работу после кратковременного провала напряжения питающей сети.

**1.2.20** Преобразователи обеспечивают выдачу на конт.8 относительно конт.9 блока зажимов "ТМ" постоянного напряжения положительной полярности, пропорционального току нагрузки.

Относительная погрешность напряжения в диапазоне тока нагрузки 10...100% номинального значения – не более 2,5%.

**1.2.21** При увеличении напряжения на конт. 10 относительно конт. 11 блока зажимов "ТМ" до 0,3...0,4В преобразователи автоматически переключаются на режим работы от внешнего напряжения регулирования, при этом световой индикатор "ДИСТ. УПР." засвечивается.

При снижении напряжения на конт. 10 относительно конт. 11 блока зажимов "ТМ" менее 0,3В преобразователи автоматически переключаются на режим работы от внутреннего регулятора, при этом световой индикатор "ДИСТ. УПР." погасает.

**1.2.22** При подаче на конт. 10 относительно конт. 11 блока зажимов "ТМ" постоянно напряжения положительной полярности, изменяемого в пределах 0,5...10В, обеспе-

чивается управление:

- выходным напряжением, в режиме ручной установки ("РУЧН"), в диапазоне не менее 5...100% номинального значения;
- током нагрузки, в режиме стабилизации защитного тока ("ТОК"), в диапазоне не менее 5...100% номинального значения;
- защитным потенциалом, в режиме автоматического поддержания защитного потенциала ("АВТ"), в диапазоне не менее 0,5...3,5В.

**1.2.23** При замыкании конт. 12 и 14 блока зажимов "ТМ" механическим или электронным "сухим" контактом прекращается функционирование преобразователей, при этом выходное напряжение и ток нагрузки уменьшаются до нуля.

При размыкании конт. 12 и 14 блока «ТМ» обеспечивается автоматическое восстановление функционирования преобразователей в установленном режиме.

**1.2.24** При понижении напряжения питающей сети до (166...170)В или повышении его до (246...250)В прекращается функционирование преобразователей, при этом выходное напряжение и ток уменьшаются до нуля, а световой индикатор "СЕТЬ <>" засвечивается.

При установлении напряжения питающей сети в пределах (176...242)В обеспечивается автоматическое восстановление функционирования преобразователей в установленном режиме, а световой индикатор "СЕТЬ <>" погасает.

**1.2.25** Конструкция преобразователей обеспечивает возможность установления дополнительного режима (режима 2, табл. 1) путем переключения выходного напряжения на удвоенное номинальное значение ( $2U_{\text{н}}$ ) при обеспечении половинного номинального тока нагрузки ( $0,5I_{\text{н}}$ ).

**1.2.26** Уровень радиопомех, создаваемых преобразователями при работе (помехоэмиссия), не превышает квазипиковых значений, установленных ГОСТ Р 51522 (МЭК 61326-1-97) для оборудования класса А.

**1.2.27** Сопротивление изоляции электрических цепей преобразователей:

- между входными зажимами "СЕТЬ" ("220В", "0") и корпусом;
- между выходными зажимами ("А", "-Т") и корпусом;
- между входными зажимами "СЕТЬ" ("220В", "0") и выходными зажимами ("А", "-Т");
- между цепью управления ("Т") и входными зажимами "СЕТЬ" ("220В", "0");
- между цепью управления ("Т") и выходными зажимами ("А", "-Т");
- между цепью управления ("Т") и корпусом, при выпуске не менее 20 МОм в нормальных климатических условиях.

**1.2.28** Преобразователи имеют защиту от атмосферных (грозовых) перенапряжений на сторонах ввода питающей сети и нагрузки. При расчетном токе атмосферного перенапряжения длительностью 8/20 мкс и амплитудой 1500 А остающееся напряжение на элементах защиты:

500...1000 В – по вводу питающей сети;

250...600 В – по симметричным цепям и 500...1000 В – по несимметричным цепям подключения нагрузки.

**1.2.29** Преобразователи обеспечивают измерение встроенными стрелочными приборами:

- выходного напряжения преобразователя - "ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ" (класс точности не хуже 2,5);

- тока нагрузки преобразователя – "ТОК НАГРУЗКИ" (класс точности не хуже 2,5);

-защитного потенциала сооружения – “ЗАЩ. ПОТЕНЦИАЛ”(класс точности не хуже 1,5).

**1.2.30** Преобразователи обеспечивают учет времени нахождения их под напряжением питающей сети, во включенном состоянии, счетчиком “ВРЕМЯ НАРАБОТКИ”, емкостью 99 999ч.

**1.2.31** Преобразователи имеют следующие виды световой сигнализации:

- о включенном состоянии преобразователя – “СЕТЬ ВКЛ.”;
- о дистанционном режиме управления выходными параметрами – “ДИСТ. УПР.”;
- о выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений – “СЕТЬ <>”;
- об ограничении тока нагрузки преобразователя – “ОГРАН. ТОКА”;
- о срабатывании аварийной защите, вызванной внутренней перегрузкой или коротким замыканием - “АВАР. ЗАЩИТА”.

**1.2.32** Преобразователи имеют клеммы для измерения защитного потенциала внешним измерительным прибором.

**1.2.33** Преобразователи обеспечивают возможность подключения к системам телемеханики через блок зажимов “ТМ”, для осуществления функций контроля: величины защитного потенциала, тока нагрузки, выходного напряжения; дистанционного управления: защитным потенциалом (в режиме “АВТ”), выходным напряжением (в режиме “РУЧН”) или защитным током (в режиме “ТОК”), создания прерывистого (циклического) режима работы для измерения поляризационного потенциала сооружения при отсутствии защитного тока, а также для дистанционного включения и отключения преобразователей

**1.2.34** Масса преобразователей:

ПНКЗ-ППЧ-М10-15-24-У2 не более 25 кг;

ПНКЗ-ППЧ-М10-25-24-У2 не более 26 кг;

ПНКЗ-ППЧ-М10-32-30-У2 не более 26 кг;

ПНКЗ-ППЧ-М10-25-48-У2 не более 28 кг;

ПНКЗ-ППЧ-М10-32-48-У2 не более 28 кг;

ПНКЗ-ППЧ-М10-42-48-У2 не более 30 кг.

**1.2.35** Габаритные размеры преобразователей 467x378x276мм.

**1.2.36** Степень защиты оболочки преобразователей – IP20 по ГОСТ 14254.

**1.2.37** Средняя наработка на отказ преобразователей, с вероятностью 0,9, не менее 25 000 ч.

**1.2.38** Установленный средний ресурс преобразователей, с вероятностью 0,9, не менее 100 000 ч.

**1.2.39** Установленный средний срок службы преобразователей, с вероятностью 0,9, не менее 12 лет.

В срок службы входит время хранения преобразователей до ввода в эксплуатацию.

**1.2.40** Установленный средний срок сохраняемости преобразователей до ввода в эксплуатацию, в упаковке изготовителя, с вероятностью 0,95, не более 3-х лет.

**1.2.41** Время непрерывной работы преобразователей без технического обслуживания – 6 мес.

### 1.3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

1.3.1 Комплект поставки преобразователя приведен в табл.3

**Таблица 3.** Комплект поставки преобразователя.

№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол. шт.	Примечание
1	РМЕА.435241.403 (ТУ3415-010-22136119-03)	Преобразователь напряжения для катодной защиты с промежуточным преобразованием частоты типа «ЭНЕРГОМЕРА» ПНКЗ-ППЧ-М10-..., шт.	1	
2		Упаковка, шт	1	При самостоятельной поставке
3	РМЕА.435241.403 РЭ  РМЕА.435241.403-01 РЭ	Преобразователь напряжения для катодной защиты с промежуточным преобразованием частоты типа «ЭНЕРГОМЕРА» ПНКЗ-ППЧ-М10. Руководство по эксплуатации Часть 1, экз. Часть 2, экз.	1 1	
4	РМЕА.435241.403 ПС	Преобразователь напряжения для катодной защиты с промежуточным преобразованием частоты типа «ЭНЕРГОМЕРА» ПНКЗ-ППЧ-М10. Паспорт, экз.	1	
5	4102.815.122 ПС	Счетчик времени наработки СВН-2-02. Паспорт, экз.	1	
6	ТУ4218-005-22136119-2000	Электрод сравнения неполяризующийся медно-сульфатный «ЭНЕРГОМЕРА» ЭСН-МС2	1	При самостоятельной поставке
7	ОЮО.480.003 ТУ	Вставка плавкая ВП1-1В-0,5А-250В, шт.	4	
8		Кронштейн	2	При самостоятельной поставке не вкладываются
9	РМЕА.685631.409	Кабель (питания)	1	

## 1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

### 1.4.1 Конструкция преобразователя

Конструктивно преобразователь выполнен в виде моноблока. Габаритные и установочные размеры преобразователя одинаковы для всех его типоразмеров.

На лицевой стороне преобразователя размещена передняя панель с размещенными на ней органами управления, индикации и сигнализации, доступными при эксплуатации для оперативного управления и контроля работы.

В нижней части размещена съемная крышка, под которой расположена коммутационная панель с зажимами для присоединения электрических цепей внешних объектов, а также: блок зажимов "ТМ" – для присоединения электрических цепей от устройств согласования с системами телемеханики, колодка "СЕТЬ" - для присоединения к питающей сети ~220В, 50Гц и зажим для заземления преобразователя " $\perp$ ".

На задней стороне размещены охладители силовых полупроводниковых модулей. Верхняя и боковые поверхности преобразователя защищены перфорированным металлическим кожухом.

Нижняя поверхность преобразователя защищена перфорированной металлической панелью.

Для крепления преобразователя на месте установки имеются четыре установочные отверстия в нижней части корпуса.

На передней панели преобразователя размещены:

- автоматический выключатель "СЕТЬ" – для оперативного подключения и отключения преобразователя от питающей сети;
- световой индикатор "СЕТЬ ВКЛ." – для индикации включенного положения автоматического выключателя "СЕТЬ" и наличия напряжения питающей сети;
- амперметр "ТОК НАГРУЗКИ" – для измерения тока нагрузки преобразователя;
- вольтметр "ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ" – для измерения выходного напряжения преобразователя;
- вольтметр "ЗАЩ. ПОТЕНЦИАЛ" – для измерения защитного потенциала на защищаемом сооружении;
- счетчик времени наработки "ВРЕМЯ НАРАБОТКИ" – для учета времени нахождения преобразователя под напряжением питающей сети, во включенном состоянии;
- переключатель "РЕЖИМ РАБОТЫ" – для установки режимов работы преобразователя:
  - а) "АВТ" – автоматическое поддержание заданного защитного потенциала на защищаемом сооружении;
  - б) "ТОК" – автоматическое поддержание защитного тока;
  - в) "РУЧН" – ручная установка выходного напряжения преобразователя;
- регулятор "УСТАНОВКА" – для управления выходными параметрами преобразователя во всех режимах;
- клеммы "ИЗМЕР" и "ОБЩ" – для контроля защитного потенциала на защищаемом сооружении внешним измерительным прибором;
- индикатор «СЕТЬ<>» – для сигнализации об отключенном состоянии преобразователя при выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений;
- индикатор «ДИСТ. УПР.» – для сигнализации о дистанционном управлении выходными параметрами преобразователя внешним напряжением регулирования;

- индикатор «ОГРАН. ТОКА» – для сигнализации о работе преобразователя в режиме ограничения тока нагрузки;

- индикатор «АВАР. ЗАЩИТА» – для сигнализации о срабатывании аварийной защиты, вызванной внутренним коротким замыканием в преобразователе.

Передняя панель в своей нижней части соединена с каркасом преобразователя с помощью шарниров, и при открывании обеспечивает доступ к узлам и блокам преобразователя.

При открывании передней панели обеспечивается доступ к устройству измерения разности потенциалов УИРП (А17).

На коммутационной панели преобразователя размещены:

- зажимы «+Т», «-А» – для подключения нагрузки преобразователя: кабелей от защищаемого сооружения и анодного заземления;

- зажимы «Т», «Д П», «Э С», «⊥» – для подключения измерительного провода от защищаемого сооружения, биметаллического датчика потенциала или медно-сульфатного электрода сравнения, а также экранирующей оболочки;

- зажимы «1», «2», «3», «4» и замыкатели Q1, Q2 – для переключения выходного напряжения преобразователя из основного режима в дополнительный и обратно.

Слева от коммутационной панели размещены:

- блок зажимов «ТМ» – для подключения преобразователя к системе телемеханики;

- колодка «СЕТЬ» – для подключения преобразователя к питающей сети;

- зажим «⊥», для подключения корпуса преобразователя к контуру заземления на месте установки.

С внутренней стороны коммутационной панели размещен: измерительный шунт RS1.

В правой части преобразователя размещены:

- блок сетевого фильтра (БСФ) А3;

- реакторы корректора L1, L2 или L1 – в зависимости от типоразмера преобразователя;

- датчик тока корректора (ДТК) А5;

- конденсаторы фильтра корректора С3, С4;

- резистор R2;

- диод VD2;

- блоки конденсаторов делителя напряжения инвертора (БДН) А7, А8;

В отсеке центральной части корпуса преобразователя размещены узлы на печатных платах: БПК, БУК, БПИ, БУИ, БЗ.

В нижней части размещены узлы на печатных платах (БСИ) А9 и (ПС) А6.

В левой части корпуса преобразователя размещены:

- силовой трансформатор инвертора TV1;

- узлы на печатных платах (ДВТ) А19 и (ДТИ) А10;

- дроссели выходного сглаживающего фильтра L4, L5;

- блоки конденсаторов выходного сглаживающего фильтра А20, А21.

На задней стороне преобразователя размещены:

- охладитель модуля сетевого выпрямителя VS1;

- охладитель диодно-транзисторных модулей VT1, VT2 корректора;

- охладитель модуля VT3 инвертора;

- охладитель диодных модулей VD3, VD4 - выпрямителей инвертора, с размещённой

на нем платой А18.

#### 1.4.2 Принцип работы

Функциональная схема преобразователя приведена в приложении Б руководства по эксплуатации РМЕА.435241.403-01 РЭ (часть 2).

Принцип работы преобразователя основан на преобразовании переменного напряжения питающей сети в постоянное выходное напряжение, с промежуточным преобразованием частоты питающей сети 50 Гц в повышенную частоту 12,5 кГц.

Напряжение питающей сети, через автоматический выключатель QF1 «СЕТЬ» и блок сетевого фильтра радиопомех (БСФ) А3 подается на управляемый сетевой выпрямитель VS1. Для сигнализации наличия напряжения питающей сети на входе блока сетевого фильтра (БСФ) А3 служит световой индикатор HL1 «СЕТЬ ВКЛ.», входящий в блок индикации (БИ) А1.

Сетевой выпрямитель обеспечивает ограничение и плавное нарастание пускового тока при включении преобразователя и отключение силовой части преобразователя от питающей сети при выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений, при перегрузке или коротком замыкании в выходных цепях и по управляющему сигналу системы телемеханики.

Для управления тиристорами сетевого выпрямителя служит блок защиты (БЗ) А13. Кроме того, блок защиты обеспечивает включение световых индикаторов блока индикации (БИ) А1: HL3 «СЕТЬ<>» и HL5 «АВАР. ЗАЩИТА».

Питание блока защиты осуществляется от блока питания инвертора (БПИ) А12.

Принцип управления преобразователем заключается в широтно-импульсной модуляции импульсов управления силовыми транзисторами инвертора.

Преобразователь обеспечивает работу в следующих режимах:

- стабилизации защитного потенциала («АВТ»);
- стабилизации защитного тока («ТОК»);
- ручной установки выходного напряжения («РУЧН»).

Требуемый режим работы устанавливается переключателем SA1 «РЕЖИМ РАБОТЫ».

Рабочий режим преобразователя устанавливается регулятором R1 «УСТАНОВКА» и контролируется встроенными приборами: PA1 «ТОК НАГРУЗКИ», PV1 «ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ», PV2 «ЗАЩ. ПОТЕНЦИАЛ».

Сигнал для срабатывания аварийной защиты преобразователя при протекании тока перегрузки в первичной обмотке силового трансформатора TV1 формируется датчиком тока инвертора (ДТИ) А10.

Сигнал обратной связи по выходному току формируется датчиком выходного тока (ДВТ) А19.

Сигнал обратной связи по защитному потенциалу формируется устройством измерения разности потенциалов (УИРП-2) А17.

Блок управления инвертора (БУИ) А16 обеспечивает индикацию режима дистанционного управления преобразователем и режима ограничения тока нагрузки преобразователя индикаторами блока индикации (БИ) А1: HL2 «ДИСТ. УПР.» и HL4 «ОГРАН. ТОКА».

Блок согласования инвертора (БСИ) А9 обеспечивает гальваническую развязку цепей блока управления инвертора А16 от цепей управления транзисторами инвертора VT3. Для питания блока управления инвертором А16 и блока согласования инвертора А9

служит блок питания инвертора (БПИ) А12.

Рабочие частоты инвертора и корректора синхронизированы с помощью трансформатора TV1 платы синхронизации (ПС) А6, который обеспечивает гальваническую развязку цепей корректора от цепей управления инвертора.

Инвертор преобразователя выполнен по полумостовой схеме и включает в себя блоки конденсаторов делителя напряжения инвертора А7, А8 и транзисторный полумостовой модуль инвертора VT3. Нагрузкой инвертора является силовой трансформатор TV1, предназначенный для преобразования напряжения питания инвертора до величины, необходимой для получения номинального выходного напряжения и гальванической развязки выходных цепей преобразователя от питающей сети.

Нагрузкой силового трансформатора TV1 являются выпрямители на диодных модулях VD3 и VD4, на которые подается напряжение от отдельных вторичных обмоток трансформатора TV1. К диодным модулям VD3 и VD4 подключены RC-фильтры, расположенные на плате А18.

Для сглаживания пульсаций тока нагрузки на основной рабочей частоте на выходе каждого выпрямителя включены LC-фильтры (L4, А20 и L5, А21).

Для индикации наличия выходного напряжения блока питания инвертора (БПИ) А12 служит световой индикатор блока сигнализации питания (БСП) А2: HL2 «БПИ». Предохранитель FU2 «БПИ» предназначен для защиты блока питания инвертора А12 от аварийных режимов работы.

Выпрямленное напряжение сети преобразуется в постоянное напряжение питания инвертора повышающим импульсным стабилизатором напряжения с коррекцией коэффициента мощности (корректором).

Корректор включает в себя реакторы корректора L1, L2 или L1 - в зависимости от типоразмера преобразователя, диодно-транзисторные модули VT1, VT2, датчик тока корректора (ДТК) А5 и конденсаторы сглаживающего фильтра С3, С4. Корректор повышает коэффициент мощности ( $\cos \phi$ ) и снижает коэффициент гармоник входного тока преобразователя.

Для управления транзисторами корректора служит блок управления корректора (БУК) А14. Принцип работы корректора заключается в широтно-импульсной модуляции по синусоидальному закону импульсов управления транзисторами корректора.

Питание блока управления корректора (БУК) А14 и счетчика времени наработки РТ1 «ВРЕМЯ НАРАБОТКИ» обеспечивает блок питания корректора (БПК) А11. Для индикации наличия выходного напряжения блока питания корректора А11 служит световой индикатор блока сигнализации питания (БСП) А2: HL1 «БПК». Предохранитель FU1 «БПК» предназначен для защиты блока питания корректора от аварийных режимов работы. Диод VD2 защищает диод модуля корректора, VT2 при включении преобразователя.

Выходные выпрямители VD3, L4, А20 и VD4, L5, А21 соединяют параллельно (основной режим) или последовательно (дополнительный режим) замыкателями Q1, Q2 на коммутационной панели А22. На коммутационной панели расположены зажимы, предназначенные для подключения к преобразователю нагрузки:

анодного заземления к зажиму «+А» (ХТ9), защищаемого сооружения (трубопровода) к зажиму «-Т» (Х10), измерительного провода от защищаемого сооружения (трубопровода) к зажиму «Т» (ХТ15), биметаллического датчика потенциала к зажиму «ДП» (ХТ16) или медно-сульфатного неполяризуемого электрода сравнения к зажиму

«ЭС» (ХТ17), а также экранизирующей оболочки датчика потенциала или электрода сравнения к зажиму « 1 » (ХТ18).

При работе преобразователя с медно-сульфатным электродом сравнения между зажимами «ДП» и «ЭС» устанавливается замыкатель Q3.

К выходным зажимам нагрузки подключены конденсаторы фильтра радиопомех С5, С6, элементы грозозащиты выходных цепей, размещения на блоке зажимов ХТ8.

Блок зажимов, размещённый на плате А15 «ТМ» предназначен для подключения к преобразователю электрических цепей блоков согласования с системами телемеханики.

### **1.4.3 Устройство и работа блоков**

**1.4.3.1** Блок питания корректора (БПК) А11 вырабатывает напряжения: +15 В, минус 15 В и +27 В.

Напряжение питающей сети с контактов 14, 20 разъема ХР1 через фильтр R1, С1 поступает на первичную обмотку трансформатора напряжения TV1.

В состав источника питания +15В входят: диоды VD1-VD8, конденсаторы С2, С5, С7, С9 и микросхема DA1. Резистор R6, конденсаторы С7, С9 образуют сглаживающий фильтр источника питания выходных ключей DA1 блока управления корректора А14.

В состав источника питания минус 15В входят: диоды VD1-VD8, резисторы R3, R5, стабилитрон VD14, диод VD13, конденсаторы С3, С6, С8, С10 и транзистор VT1.

Источник питания +27В для питания счётчика времени наработки содержит резистор R4, диоды VD9...VD12 и конденсатор С4.

**1.4.3.2** Блок питания инвертора (БПИ) А12 вырабатывает напряжения: +15 В, минус 15 В и +13 В.

Напряжение питающей сети с контактов 16, 20 разъема ХР1 через фильтр R1, С1 поступает на первичную обмотку трансформатора напряжения TV1.

В состав источника питания +15 В входят диоды VD1-VD4, резисторы R4, R9, R10, R11, R12, конденсаторы С2, С5, С6, С7 и микросхема DA1.

Сигнал о величине напряжения питающей сети через резистор R13 поступает в блок защиты (БЗ). Это напряжение формируется схемой коррекции по току, выполненной на резисторах R3...R5, R6, R13, конденсаторе С9 и транзисторах VT1, VT2.

Резисторы R11, R12 и конденсатор С7 образуют сглаживающие фильтры источников питания выходных ключей DA2, блока управления инвертора А16 и усилителя управления в блоке согласования инвертора А9.

В состав источника питания минус 15 В входят: диоды VD5-VD8, VD13, VD14, стабилитрон VD15, резистор R7, конденсаторы С3, С8 и транзистор VT3.

С резистора R2 выпрямленное напряжение поступает в блок защиты (БЗ) для формирования пилообразного напряжения управления тиристорами сетевого выпрямителя VS1.

Источник напряжения питания +13 В содержит: резистор R8, диоды VD9...VD12 и конденсатор С4.

**1.4.3.3** Блок управления инвертора (БУИ) А16 предназначен для формирования импульсов управления транзисторами инвертора.

В блок управления инвертора входят:

- генератор тактовых импульсов;
- генератор пилообразного напряжения;
- ШИМ - контроллер;

- узел согласования;
- узел стабилизации тока нагрузки преобразователя;
- узел ограничения тока нагрузки преобразователя;
- узел стабилизации защитного потенциала;
- узел управления выходным напряжением;
- источник опорного напряжения;
- узел автоматического включения дистанционного управления преобразователем.

Генератор тактовых импульсов выполнен на микросхеме DA1, конденсаторах C1...C6, резисторах R1, R8, R9, диоде VD1, стабилитроне VD2. Длительность и период следования тактовых импульсов определяется резистором R1 и конденсатором C3.

Тактовые импульсы с выхода 4 DA1 поступают на вход 4 ШИМ-контроллера DA2 и на базу транзистора VT1 через резистор R2.

Тактовые импульсы для синхронизации блока управления корректора (A13) формируются ключами микросхемы DA1 (выводы 11, 12, 13, 14) и через контакты 20, 21 разъема XP1 подаются на первичную обмотку трансформатора TV1 платы синхронизации АБ.

Резистор R9 ограничивает ток через ключи микросхемы DA1 и обмотку трансформатора. Амплитуда импульсов ограничивается стабилитроном VD2.

Генератор пилообразного напряжения выполнен на транзисторе VT2, конденсаторах C7, C8 резисторах R5...R7, R10, R11. Пилообразное напряжение формируется на конденсаторе C8 при его заряде через резистор R6 и разряде транзистором VT2 через резистор R10. Пилообразное напряжение поступает на вход 7 ШИМ-контроллера DA2.

Узел на транзисторе VT6, конденсаторе C16, резисторах R26...R30, R33, R34 и диоде VD7 служит для согласования напряжения управления ШИМ-контроллера DA2 с выходным напряжением одного из усилителей DA3, DA4, DA5, DA6, в зависимости от режима работы преобразователя.

Напряжение управления через RC-фильтр R26, C16 подается на вход 2 ШИМ-контроллера DA2. Верхнее значение напряжения управления задается резистором R27, а нижнее значение – резистором R29.

В результате сравнения пилообразного напряжения и напряжения управления на входах 2, 7 ШИМ-контроллера DA2 происходит широтно-импульсная модуляция выходных импульсов ШИМ-контроллера. Входные импульсы через контакты 15, 17, разъема XP1 подаются в блок согласования инвертора A9, для последующего формирования импульсов управления силовыми транзисторами инвертора.

Диоды VD5, VD6 служат для ограничения отрицательных выбросов напряжения на общем проводе питания при работе выходных ключей ШИМ-контроллера DA2. Конденсаторы C9, C10 служат для фильтрации напряжения питания выходных ключей ШИМ-контроллера DA2. Резисторы R18, R19 служат для надежного закрывания транзисторов VT1...VT4 блока согласования инвертора A9.

Узел стабилизации тока нагрузки преобразователя выполнен на усилителе DA3, конденсаторах C20...C22, резисторах R35...R38.

Узел ограничения тока нагрузки преобразователя выполнен на усилителе DA4, конденсаторах C24, C25, резисторах R39...R42 и диоде VD8. Сигнал обратной связи по току поступает на входы усилителей DA3 и DA4 с датчика выходного тока A19, через контакты 2, 9 разъема XP1. Для включения индикации о работе преобразователя в режиме ограничения тока нагрузки служит схема, выполнена на транзисторе VT7, резисторах R44, R47, R49.

Узел стабилизации защитного потенциала выполнен на усилителе DA5, конденсаторах C27, C28, резисторах R43, R45, R46, R48.

Сигнал обратной связи по защитному потенциалу поступает на вход усилителя DA5 с устройства измерения разности потенциалов (УИРП) A17 через контакт 3 разъема XP1.

Узел управления выходным напряжением преобразователя в ручном режиме включает в себя усилитель DA6, конденсатор C29, резисторы R51...R54.

Источник опорного напряжения выполнен на усилителе DA8, конденсаторе C32, резисторах R61, R62 и диодах VD11, VD13. Верхний уровень опорного напряжения устанавливается резистором R61. Резистор R1 «УСТАНОВКА» подключается к входу усилителя DA8 через контакт 8 разъема XP1.

Узел автоматического включения режима дистанционного управления преобразователя выполнен на усилителе DA9, конденсаторе C34, резисторах R63, R64, диоде VD14, усилителе DA7, конденсаторе C30, резисторах R55...R58, R60 диоде VD10 и стабилитроне VD9. Напряжение управления на вход усилителя DA9 и вход компаратора DA7 поступает с контакта 10 блока зажимов на плате сигналов телемеханики (ПСТ) A15 через контакт 6 разъема XP1. Для включения индикации о работе преобразователя в режиме дистанционного управления служит схема, выполненная на транзисторе VT8, резисторе R59 и диоде VD12.

Схема, выполненная на транзисторе VT5, резисторах R16, R17 и диоде VD4 служит для закрывания и открывания выходных ключей ШИМ-контроллера внешним управляющим сигналом от системы телемеханики, при циклическом режиме работы преобразователя.

Узел контроля величины питающего напряжения ШИМ-контроллера DA2 выполнен на транзисторах VT3, VT4, резисторах R12...R15 и стабилитроне VD3.

При снижении напряжения питания ШИМ-контроллера ниже напряжения стабилизации стабилитрона VD3 открывается транзистор VT4 и через резистор R20 разряжает конденсатор C11, в результате чего выходные ключи ШИМ-контроллера DA2 закрываются.

Конденсаторы C17, C18 и резисторы R31, R32 служат для фильтрации напряжения питания микросхем DA3...DA9.

**1.4.3.4** Блок согласования инвертора (БСИ) A9 предназначен для управления транзисторами инвертора и состоит из двух одинаковых каналов.

Для увеличения мощности управляющих импульсов используются транзисторы VT1, VT3 и VT2, VT4. Трансформаторы TV1 и TV2 обеспечивают гальваническую развязку входов управления силовых ключей инвертора от схемы блока управления инвертора (БУИ) A16.

Для ограничения максимального тока через транзисторы используются резисторы R1 и R2. Конденсаторы C3 и C4 обеспечивают формирование отрицательных импульсов для надежного запираания транзисторов силовых ключей модуля VT3. Увеличение крутизны фронтов нарастания и спада импульсов управления силовыми ключами инвертора обеспечивают конденсаторы C5 и C6.

Стабилитроны VD3, VD4 и VD5, VD6 ограничивают на выходах 5, 4 и 1, 2 напряжение управления, на уровне не более  $\pm 17\text{В}$ .

Резисторы R3 и R4 ограничивают среднее значение тока стабилитронов VD3, VD4 и VD5, VD6, и обеспечивают разряд конденсаторов C5 и C6.

Для ускорения снятия импульсов управления служат транзисторы VT5 и VT6, диоды VD1 и VD2. Резисторы R5 и R6 ограничивают максимальное значение тока через тран-

зисторы VT5 и VT6.

**1.4.3.5** Блок управления корректора (БУК) А14 предназначен для формирования импульсов управления силовыми ключами корректора.

В блок управления корректора входят:

- генератор пилообразного напряжения;
- источник опорного напряжения;
- ШИМ-контроллер;
- узел стабилизации выходного напряжения корректора;
- узел коррекции выходного тока корректора;
- узел ограничения выходного напряжения корректора;
- узел контроля величины напряжения питания ШИМ-контроллера.

Генератор пилообразного напряжения выполнен на транзисторах VT2, VT3, конденсаторах C6...C9, резисторах R14...R22 и диодах VD4...VD6.

Тактовые импульсы с платы синхронизации А6 через контакты 20, 21 разъема XP1 поступают на вход 4 ШИМ-контроллера DA5. Пилообразное напряжение формируется на конденсаторе C8 при его заряде генератором тока, выполненном на транзисторе VT2, резисторах R16...R18, диоде VD5, и разряде транзистором VT3, который открывается тактовым импульсом через дифференциальную цепь C9, R21.

Пилообразное напряжение поступает на вход 7 ШИМ-контроллера DA5.

Источник опорного напряжения выполнен на усилителе DA3 и резисторах R23, R24. Уровень опорного напряжения устанавливается резистором R23.

Узел стабилизации выходного напряжения корректора выполнен на усилителе рас-согласования DA1, конденсаторах C1, C2 резисторах R1...R6, стабилитроне VD1 и диоде VD2. Сигнал обратной связи выходного напряжения корректора поступает на вход усилителя DA1 через контакт 4 разъема XP1. Усиленный сигнал преобразуется в выпрямленный синусоидальный сигнал схемой перемножителя напряжений, выполненной на усилителе DA2, транзисторе VT1, конденсаторе C4, резисторах R7...R13 и стабилитроне VD3. Этот сигнал через резистор R34 поступает на вход 1 ШИМ-контроллера DA5.

Сигнал коррекции по току поступает с датчика тока корректора (ДТК) А5, через контакты 18, 19 разъема XP1, RC - фильтр C23, R46 и резистор R43, на вход 1 ШИМ-контроллера DA5. На усилителе ШИМ-контроллера (выводы 1, 2, 3) происходит алгебраическое суммирование сигнала перемножителя напряжения, сигнала коррекции по току и постоянного напряжения с делителя напряжения R38, R39.

Выходное напряжение усилителя поступает на вход нуля-органа ШИМ-контроллера и сравнивается с пилообразным напряжением на входе 7 ШИМ-контроллера DA5, тем самым обеспечивает широтно-импульсное модулирование выходных импульсов ШИМ-контроллера по синусоидальному закону.

Сигнал с датчика тока А5 через RC-фильтр C22, C23, R46 поступает на вход 9 ШИМ-контроллера DA5, где сравнивается с напряжением внутреннего источника опорного напряжения DA5 и, при превышении его, происходит запираение выходных ключей ШИМ-контроллера, тем самым обеспечивается ограничение тока корректора.

Узел ограничения выходного напряжения корректора выполнен на усилителе DA4, конденсаторах C11, C12, резисторах R27, R28, R31, R32, R35, R40, стабилитроне VD8 и диодах VD9, VD10.

Узел контроля напряжения питания ШИМ-контроллера выполнен на транзисторах VT4, VT5, резисторах R25, R26, R29, R30, R44 и стабилитроне VD7. При снижении напряжения питания ниже напряжения стабилизации стабилитрона VD7 транзистор VT5

открывается и через резистор R44 разряжает конденсатор C21. При этом происходит запираение выходных ключей ШИМ-контроллера DA5.

Диоды VD13, VD15 служат для ограничение отрицательных выбросов напряжения при работе выходных ключей ШИМ-контроллера DA5.

Стабилитроны VD12, VD14 предназначены для защиты выходных ключей от пере-напряжений. Резисторы R45, R47 ограничивают максимальные токи выходных ключей ШИМ - контроллера DA5.

Конденсаторы C13, C14 и резисторы R36, R37 являются сглаживающими фильтрами источников питания микросхем DA1...DA4.

**1.4.3.6** Блок защиты (БЗ) А13 предназначен для управления сетевым выпрямителем. В блок защиты входят:

- узел формирования тока управления сетевого выпрямителя;
- узел включения и выключения тока управления сетевого выпрямителя;
- узел защиты при выходе напряжения питающей сети за пределы рабочих значений;
- узел отключения преобразователя внешним управляющим сигналом от системы телемеханики;
- узел аварийной защиты преобразователя.

Узел формирования тока управления тиристорами сетевого выпрямителя включает в себя выходной усилитель тока на транзисторе VT8, резисторах R40, R41, диоде VD14. Для управления транзистором VT8 служит усилитель DA5.

Величина тока управления сетевого выпрямителя задается делителем напряжения, выполненном на резисторах R38, R39. Сигналом обратной связи по току служит падение напряжения на эмиттерном резисторе R41 транзистора VT8.

Узел включения и отключения тока управления тиристорами сетевого выпрямителя включает в себя:

- компаратор напряжения DA4, конденсатор C11, резистор R39, диод VD13;
- конденсатор плавного пуска C14, резисторы R32, R35, диод VD12;
- схему отключения тока управления тиристорами, выполненную на резисторах R33, R36 и транзисторе VT7;
- схему формирования пилообразного напряжения, выполненную на конденсаторах C9, C10, резисторах R30, R31 и диоде VD11.

Ограничение пускового тока и плавный пуск преобразователя при включении происходит за счет плавного изменения угла отпирания тиристоров сетевого выпрямителя от 180° до 0° при сравнении на входах 2, 3 компаратора DA4, синхронизированного с напряжением питающей сети пилообразного напряжения, и напряжения на конденсаторе C14 при его заряде.

Пилообразное напряжение формируется на конденсаторе C9 при его заряде через резисторы R30, R31 и разряде через диод VD11, контакт разъема XP1/10 и резистор R2 блока питания инвертора (БПИ) А12.

Отключение тока управления тиристорами сетевого выпрямителя происходит при разряде конденсатора плавного пуска C14 через резистор R36, при открывании транзистора VT7. При этом сетевой выпрямитель закрывается и напряжение питающей сети не поступает в схему преобразователя.

Узел защиты от понижения и превышения напряжения питающей сети за установленный диапазон рабочих значений включает в себя:

- компаратор напряжения DA1, конденсаторы C1, C2, резисторы R1...R4, R6, диоды VD2, VD3;

- компаратор напряжения DA2, конденсатор C3, резисторы R7...R9, R12, диоды VD4, VD5.

Сигнал о величине напряжения питающей сети поступает с блока питания инвертора (БПИ) А12 через контакт XP1/2 блока защиты на входы компараторов DA1 и DA2. Порог срабатывания защиты от превышения напряжения питающей сети устанавливается резистором R1, а от понижения напряжения питающей сети – резистором R7. При срабатывании одного из компараторов происходит открывание транзистора VT7 и разряд конденсатора C14. При этом ток управления оптотиристорами уменьшается до нуля и сетевой выпрямитель закрывается. Одновременно схема на транзисторах VT1, VT2, и резисторах R10, R11, R13, R14, через контакт разъема XP1/14 включает световой индикатор блока индикации А1 «СЕТЬ<>». При достижении величины напряжения питающей сети рабочих значений происходит плавный пуск преобразователя.

Узел отключения преобразователя внешним сигналом управления от системы телемеханики включает в себя транзисторы VT3, VT4, резисторы R15...R18, диоды VD6, VD7.

Сигнал отключения сетевого выпрямителя с конт. 14 блока зажимов на плате сигнало телемеханики А15 «ТМ», через контакт XP/1 блока защиты подается на базу транзистора VT3. Транзисторы VT3, VT4, VT7 открываются и конденсатор C14 разряжается. При этом ток управления тиристорами сетевого выпрямителя уменьшается до нуля и сетевой выпрямитель закрывается. При снятии сигнала происходит плавный пуск преобразователя.

Узел аварийной защиты преобразователя включает в себя: компаратор DA3, конденсаторы C6...C8, резисторы R19...R23, R25, диоды VD8...VD10.

Сигнал на срабатывание аварийной защиты поступит с датчика тока инвертора (ДТИ) А10 через контакт XP1/20 блока защит.

Конденсаторы C6, C7 через диод VD8, резисторы R21, R22 заряжаются до порогового напряжения, устанавливаемого резистором R19.

При срабатывании компаратора DA3 происходит открывание транзистора VT7 и разряд конденсатора C14. При этом ток управления тиристорами уменьшается до нуля и сетевой выпрямитель закрывается.

Одновременно схема на транзисторах VT5, VT6 и резисторах R26...R29 через контакт разъема XP1/8 включает сетевой индикатор блока индикации А1 «АВАР. ЗАЩИТА». Повторное включение тока управления тиристорами сетевого выпрямителя происходит только после отключения преобразователя от питающей сети автоматическим выключателем QF1 «СЕТЬ» с последующим его включением.

**1.4.3.7** Устройство измерения разности потенциалов (УИРП) А17 предназначено для формирования напряжения, равного защитному потенциалу на защищаемом сооружении относительно датчика потенциала (электрода сравнения), снижения уровня сигнала помехи на входе схемы измерения защитного потенциала, для обеспечения необходимого входного сопротивления схемы измерения защитного потенциала, для защиты схемы измерения от перенапряжений, и включает в себя:

- входной фильтр нижних частот, состоящий из конденсатора C1, дросселей L1, L2, резисторов R1...R4;
- усилитель DA1;
- транзисторы VT1, VT2 – для защиты входов усилителя DA1 от перенапряжений;
- конденсаторы C2...C4, резисторы R7, R8 – для снижения уровня сигнала помехи на входах питания усилителя DA1.

**1.4.3.8** Датчик выходного тока (ДВТ) А19 предназначен для:

- формирования напряжения, пропорционального току нагрузки преобразователя, необходимого для обеспечения обратной связи по току в блок управления инвертора (БУИ) А16;

- преобразования сигнала тока нагрузки в пропорциональное напряжение для системы телемеханики; и включает в себя:

- датчик измерения выходного тока А1 с нагрузочными резисторами R1, R2 и конденсаторами C1, C2;

- усилитель постоянного тока на операционном усилителе DA1, включающем резисторы R3...R7, конденсаторы C3, C4.

Установка номинального напряжения для системы телемеханики (калибровка) производится резистором R4.

## **1.5 МАРКИРОВКА**

**1.8.1** Маркировка преобразователя соответствует ГОСТ 18620 и сохраняется в процессе транспортирования, хранения и эксплуатации.

**1.8.2** Качество нанесения маркировки обеспечивает четкое и ясное изображение её в течение всего срока службы преобразователей в режимах и условиях, указанных в настоящем руководстве по эксплуатации.

**1.8.3** На лицевой стороне корпуса преобразователя укреплена табличка, на которой нанесены следующие маркировочные данные:

1) наименование вида изделия;

2) обозначение типа изделия;

3) обозначение технических условий (кроме экспортного исполнения);

4) товарный знак предприятия-изготовителя;

5) заводской порядковый номер (по системе нумерации предприятия-изготовителя);

6) дата изготовления (месяц, год);

7) напряжение питающей сети, в вольтах (В);

8) частота питающей сети, в герцах (Гц);

9) номинальное выходное напряжение, в вольтах (В);

10) номинальный выходной ток, в амперах (А);

11) номинальная выходная активная мощность, в киловаттах (кВт);

12) масса, в килограммах (кг);

13) степень защиты (IP20);

14) надпись "Сделано в России" или "MADE IN RUSSIA" (для экспортного исполнения).

**1.8.4** На лицевой стороне преобразователя, на защитной крышке, нанесено изображение торговой марки – «ЭНЕРГОМЕРА», выполненное художественным способом.

**1.8.5** На лицевой стороне преобразователя, на защитной крышке, нанесено изображение знака электрической опасности «ОСТОРОЖНО. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ», по ГОСТ 12.4.026.

**1.8.6** На все зажимы внешних соединений, а также на монтажные провода нанесена маркировка в соответствии со схемой принципиальной.

**1.8.7** На транспортную тару нанесена маркировка по ГОСТ 14192, с указанием манипуляционных знаков №1, №11: "ХРУПКОЕ, ОСТОРОЖНО", "ВЕРХ".

## **2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **2.1 ПОДГОТОВКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ**

#### **2.1.1 Меры безопасности при подготовке изделия.**

**2.1.1.1** При подготовке преобразователя к работе и при его эксплуатации необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

а) допускать к обслуживанию и ремонту только лиц, прошедших специальный технический инструктаж и изучивших настоящее руководство по эксплуатации;

б) запретить при обслуживании преобразователя:

- производить внутренний осмотр и ремонт работающего преобразователя;
- касаться зажимов и неизолированных токоведущих проводников;
- заменять плавкие вставки предохранителей под напряжением;
- включать преобразователь в работу без тщательного осмотра и проверки всех элементов, если он был отключен по причине неисправности;
- работать с незаземленным преобразователем;
- работать с преобразователем, имеющим электрическое сопротивление изоляции ниже допустимого по действующим на объекте правилам эксплуатации электрооборудования;
- включать и эксплуатировать неисправный преобразователь.

**2.1.1.2** Необходимо проводить систематический контроль состояния заземляющего проводника в процессе установки и эксплуатации, а также надежность его подключения к корпусу преобразователя в процессе эксплуатации.

#### **2.1.2 Указания по установке.**

**2.1.2.1** Перед установкой и монтажом преобразователя необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации (часть 1 и часть 2).

**2.1.2.2** Преобразователь устанавливают в месте, отвечающем требованиям условий эксплуатации: в шкафы выпрямителей для катодной защиты, обеспечивающих степень защиты не ниже IP34 по ГОСТ 14254. комплектные устройства, укрытия различных типов.

**2.1.2.3** Конструкция преобразователя обеспечивает установку его на плоском горизонтальном основании, обеспечивающем свободный приток охлаждающего воздуха снизу, с подводкой кабелей снизу, к фронтальной поверхности.

**2.1.2.4** Подводящие кабели должны иметь специальные наконечники, обеспечивающие присоединение их к зажимам преобразователя, но возможно присоединение кабелей без наконечников, со скруткой проводников.

**2.1.2.5** Подводящие кабели должны иметь необходимые сечения согласно ГОСТ Р 51164 и «Правилам устройства электроустановок».

**2.1.2.6** Для подсоединения кабелей к преобразователю необходимо снять защитную крышку над коммутационной панелью, отвернув вручную два быстросъемных винта против часовой стрелки. Затем снимите защитную крышку над колодкой «СЕТЬ» отвернув с помощью инструмента два винта. Подключить кабели к соответствующим зажимам согласно следующим указаниям:

- подключите кабель от защищаемого сооружения к зажиму «-Т»;
- подключите кабель от анодного заземления к зажиму «+А»;
- подключите измерительный провод от защищаемого сооружения (от точки, через которую не проходит ток нагрузки преобразователя) к зажиму «Т»;

- подключите измерительный провод от медно-сульфатного электрода сравнения (например типа ЭСН-МС2) к зажиму «ЭС», при установленном замыкателе между зажимами «ЭС» и «ДП»;

- в случае применения биметаллического датчика потенциала подключите измерительный проводник от него к зажиму «ДП», при снятом замыкателе между зажимами «ЭС» и «ДП»;

- подключите проводник от экранирующей оболочки электрода сравнения или датчика потенциала, при его наличии, к зажиму «1» на коммутационной панели;

- подключите кабель питающей сети к колодке «СЕТЬ» преобразователя, причем фазный проводник кабеля к зажиму «220В», а нулевой проводник – к зажиму «0».

Схема подключения цепей внешних объектов к преобразователю приведена в приложении Л руководства по эксплуатации РМЕА.435241.403-01 РЭ (часть 2).

**2.1.2.7** Подключите провод необходимого сечения от контура заземления к зажиму « $\perp$ », расположенному на лицевой стороне, под защитной крышкой преобразователя.

**2.1.2.8 ВНИМАНИЕ!** ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИМЕЕТ СВОЙСТВО ПРОВОДИТЬ ЧЕРЕЗ СЕБЯ ТОК ОТ ЗАЩИЩАЕМОГО СООРУЖЕНИЯ (ТРУБОПРОВОДА) К АНОДНОМУ ЗАЗЕМЛЕНИЮ (ПРИ ПОТЕНЦИАЛЕ СООРУЖЕНИЯ ВЫШЕ ПОТЕНЦИАЛА АНОДНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ) ДАЖЕ ПРИ ОТСУТСТВИИ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ, ПОЭТОМУ, БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ КАБЕЛЕЙ ОТ СООРУЖЕНИЯ И АНОДНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ЗОНАХ С БЛУЖДАЮЩИМИ ТОКАМИ. ПОДСОЕДИНЕНИЕ КАБЕЛЕЙ ПРОИЗВОДИТЕ ВО ВРЕМЯ ОТСУТСТВИЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ.

**2.1.2.9** Установите защитную крышку над колодкой “СЕТЬ” на место, завернув с помощью инструмента два винта.

Затем установите защитную крышку над коммутационной панелью на место, завернув вручную два быстросъемных винта.

**2.1.2.10** Основными режимами преобразователя являются его работа:

1) в режиме автоматического поддержания заданного защитного потенциала;

2) в режиме автоматического поддержания защитного тока (стабилизации тока);

так как в этих режимах катодная защита наиболее эффективна.

**2.1.2.11** Для работы преобразователя в режиме автоматического поддержания заданного защитного потенциала на подземном металлическом сооружении рекомендуется применять в качестве датчика опорного потенциала электроды сравнения медно-сульфатные неполяризующиеся типа “ЭНЕРГОМЕРА” ЭСН-МС2, ТУ4218-002-22136119-2000, имеющие стабильные параметры при изменении температуры и во времени. Возможно применение и других датчиков опорного потенциала.

**2.1.2.12** В случае необходимости установки преобразователя в шкаф выпрямителя для катодной защиты, другое комплектное устройство, с целью закрепления преобразователя, перед установкой необходимо отвернуть по 3 винта М6 в передней части левой и правой боковых сторон, установить кронштейны и закрепить их теми же винтами.

### **2.1.3 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ**

**2.1.3.1** Произведите внешний осмотр преобразователя в следующем порядке:

- снимите крышку над коммутационной панелью, отвернув два быстросъемных

винта против часовой стрелки;

- убедитесь в отсутствии механических повреждений наружных частей;
- удалите с наружных частей пыль, посторонние предметы;
- убедитесь в надежности заземления;
- проверьте установку в нулевое положение стрелок амперметра и вольтметров;
- проверьте четкость фиксации органов управления, отсутствие механических заеданий.

**2.1.3.2** Установите замыкатели (Q1, Q2) на коммутационной панели в положение  $U_n$  или  $2U_n$ , соответствующее требуемому выходному напряжению преобразователя. Изготовитель поставляет преобразователь с замыкателями, установленными в положения, соответствующие номинальному (основному) режиму преобразователя: выходному напряжению  $U_n$  и току нагрузки  $I_n$ .

**2.1.3.3** Установите крышку, закрывающую коммутационную панель, на место, завернув два быстросъемных винта по часовой стрелке, до упора.

**2.1.3.4** Установите ручку автоматического выключателя "СЕТЬ" в положение "ОТКЛ".

**2.1.3.5** Проверьте работу преобразователя в режиме ручного регулирования выходного напряжения, для чего:

- установите переключатель "РЕЖИМ РАБОТЫ" в положение "РУЧН";
- установите ручку регулятора "УСТАНОВКА" в крайнее левое положение;
- подайте на преобразователь напряжение питающей сети ~220В, 50Гц, установив автоматический выключатель "СЕТЬ" в положение "ВКЛ, при этом должен засветиться индикатор "СЕТЬ ВКЛ.";
- убедитесь по показаниям амперметра "ТОК НАГРУЗКИ" и вольтметра "ВЫХ. НАПРЯЖЕНИЕ", что при вращении вправо ручки регулятора "УСТАНОВКА" происходит увеличение выходного тока и напряжения. Если выходной ток достигает величины  $(1,05 - 1,1)I_n$ , то происходит его ограничение, при этом засвечивается световой индикатор "ОГРАН. ТОКА";
- выключите преобразователь, установив ручку автоматического выключателя "СЕТЬ" в положение "ОТКЛ".

**2.1.3.6** Проверьте работу преобразователя в режиме автоматического поддержания заданного защитного потенциала, для чего:

- установите переключатель "РЕЖИМ РАБОТЫ" в положение "АВТ";
- установите ручку регулятора "УСТАНОВКА" в крайнее левое положение;
- включите преобразователь в работу, установив автоматический выключатель "СЕТЬ" в положение "ВКЛ";
- подключите внешний вольтметр постоянного тока к клеммам "ИЗМЕР" и "ОБЩ" и, медленно вращая ручку регулятора "УСТАНОВКА" вправо, установите по вольтметру заданную величину защитного потенциала, необходимую для защиты сооружения от коррозии. Если для защиты при установленном потенциале выходной ток достигает номинального значения, то в данной зоне защиты необходима установка преобразователя с большим номинальным выходным током;
- в полевых условиях измерение заданного защитного потенциала можно производить вольтметром преобразователя "ЗАЩ. ПОТЕНЦИАЛ" без применения внешнего вольтметра;
- выключите преобразователь, установив автоматический выключатель "СЕТЬ"

в положение “ОТКЛ”.

**2.1.3.7** Проверьте работу преобразователя в режиме автоматического поддержания защитного тока (стабилизации тока нагрузки), для чего:

- установите переключатель “РЕЖИМ РАБОТЫ” в положение “ТОК”;
- установите ручку регулятора «УСТАНОВКА» в крайнее левое положение;
- включите преобразователь в работу, установив автоматический выключатель “СЕТЬ” в положение “ВКЛ”;
- вращая ручку регулятора “УСТАНОВКА”, убедитесь по показаниям амперметра “ТОК НАГРУЗКИ” в возможности изменения тока нагрузки от 0,05 номинального значения до номинального значения  $I_n$ ;
- выключите преобразователь установив автоматический выключатель “СЕТЬ” в положение “ОТКЛ”.

**2.1.3.8** Если потребителем заранее выбран один из режимов работы преобразователя, указанных в п.1.2.4 (перечисления 1...3), то допускается проверку работы преобразователя проводить по одной из соответствующих методик: п.2.1.3.5, п.2.1.3.6, п.2.1.3.7.

**2.1.3.9** При использовании совместно с преобразователем адаптеров или контроллеров СКЗ, указанных в приложении Р руководства по эксплуатации РМЕА.435341.403-01РЭ (часть 2), порядок их подключения к преобразователю и описание их работы указаны в руководстве по эксплуатации на соответствующий тип адаптера или контроллера СКЗ.

## **2.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

### **2.2.1 Порядок работы**

**2.2.1.1** Основным режимом работы преобразователя является режим автоматического поддержания заданного защитного потенциала с использованием датчика опорного потенциала, например: медно-сульфатного неполяризуемого электрода сравнения.

Режим ручного регулирования выходного напряжения преобразователя рекомендуется применять при отсутствии датчика потенциала в условиях установившейся погоды, когда известно, при каком напряжении и токе на сооружении поддерживается заданный защитный потенциал.

Режим автоматического поддержания защитного тока применяется в условиях установившейся погоды, когда известно, при каком токе на сооружении поддерживается заданный защитный потенциал.

**2.2.1.2** Включение преобразователя для работы в режиме автоматического поддержания заданного защитного потенциала производится в соответствии с п. 2.1.3.6.

**2.2.1.3** Включение преобразователя для работы в режиме ручного регулирования выходного напряжения производится в соответствии с п. 2.1.3.5.

**2.2.1.4** Включение преобразователя для работы в режиме автоматического поддержания защитного тока (стабилизации тока нагрузки) производится в соответствии с п.2.1.3.7.

**2.2.1.5** Проверка работы счетчика времени нахождения преобразователя под напряжением «ВРЕМЯ НАРАБОТКИ» производится при включении преобразователя установкой автоматического выключателя «СЕТЬ» в положении «ВКЛ», при этом счетчик должен начать отсчет времени.

## 2.2.2 Перечень возможных неисправностей

2.2.2.1 Неисправность преобразователя может быть вызвана отказом преобразователя или нарушением соединений между ним и внешними объектами.

2.2.2.2 Перечень возможных неисправностей приведен в таблице 4.

**Таблица 4.** Перечень возможных неисправностей

Наименование неисправностей, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения	Примечание
1. Преобразователь включен. Индикатор «СЕТЬ ВКЛ.» не светится. Ток нагрузки отсутствует.	Отсутствует напряжение питающей сети	Проверить наличие напряжения питающей сети	
2. Преобразователь включен. Индикатор «СЕТЬ ВКЛ.» светится. Ток нагрузки отсутствует.	1. Обрыв в цепи нагрузки. 2. Регулятор «УСТАНОВКА» установлен в крайнее левое положение.	1. Проверить внешние цепи нагрузки. 2. Изменить положение регулятора «УСТАНОВКА» до получения требуемого значения тока нагрузки.	
3. Преобразователь включен. Индикаторы «СЕТЬ ВКЛ.», «СЕТЬ<>» светятся. Ток нагрузки и выходное напряжение отсутствуют.	Выход напряжения питающей сети за пределы рабочих значений (в большую или меньшую сторону)	Проверить величину напряжения питающей сети. Установить напряжение питающей сети в пределах 176... 242В.	
4. Преобразователь включен. Индикаторы «СЕТЬ ВКЛ.», «АВАР. ЗАЩ ИТА» светятся. Ток нагрузки и выходное напряжение отсутствуют.	Сработала аварийная защита преобразователя.	Отключить автоматический выключатель «СЕТЬ» и через время около 10 с снова его включить. При повторении неисправности преобразователь к эксплуатации непригоден и требуется его ремонт.	
5. Преобразователь включен в режиме «АВТ». Индикаторы «СЕТЬ ВКЛ.», «ОГРАН. ТОКА» светятся. Ток нагрузки достигает 1,05...1,10 номинального значения.	1. Сопротивление нагрузки ниже рабочих значений (см. п. 1.2.2). 2. Обрыв цепей от датчика потенциала (электрода сравнения) или измерительного провода от сооружения.	1. Проверить сопротивление нагрузки. 2. Устранить обрыв цепей от датчика опорного потенциала (электрода сравнения) или от сооружения.	

### Продолжение таблицы 3

Наименование неисправностей, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения	Примечание
б. Преобразователь включен. Индикатор «СЕТЬ ВКЛ.» светится. Ток нагрузки и выходное напряжение отсутствует.	Неисправны предохранители «БПК» и «БПИ» или один из них, расположенные за лицевой панелью.	Если гарантийный срок преобразователя истёк, то откинуть лицевую панель, проверить свечение индикаторов «БПК» и «БПИ». При отсутствии свечения обоих или одного из них заменить неисправные предохранители или один из них.	

**2.2.2.3** При повреждениях, не учтенных в п.2.2.2.2 преобразователь подлежит ремонту в стационарных условиях или на месте эксплуатации специалистами по ремонту преобразователей эксплуатирующей организации или изготовителя (в течение гарантийного срока или по договору).

## 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 3.1 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

**3.1.1** Меры безопасности должны соответствовать разделу 2.1.1 «Меры безопасности при подготовке изделия» настоящего руководства по эксплуатации.

### 3.2 ПОРЯДОК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**3.2.1** Проводите техническое обслуживание преобразователя с учетом требований настоящего руководства по эксплуатации не реже одного раза в шесть месяцев.

**3.2.2** Техническое обслуживание преобразователя проводите в следующем порядке:

- отключите преобразователь от питающей сети;
- снимите крышку, закрывающую коммутационную панель;
- прочистите вентиляционные отверстия;
- очистите элементы преобразователя (изоляционные панели, радиаторы, контактные соединения) от пыли и других загрязнений;
- проверьте состояние контактных соединений;
- проверьте отсутствие заеданий органов управления;
- проверьте состояние встроенных измерительных приборов: отсутствие механических повреждений корпусов, защитных стекол, стрелок и установку стрелок на нулевые показания;
- проверьте состояние изоляции подходящих кабелей;
- проверьте надежность заземления преобразователя;
- установите крышку, закрывающую коммутационную панель, на место;
- включите преобразователь.

## **4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

**4.1** Преобразователь допускает транспортирование автомобильным, железнодорожным, водным или воздушным транспортом в условиях 8 (ОЖЗ) по ГОСТ 15150-69 при воздействии верхнего значения температуры +50 °С, нижнего значения минус 50 °С и верхнего значения относительной влажности воздуха до 98 % (при температуре окружающей среды +25°С).

4.2 Условия транспортирования в части воздействия механических факторов по ГОСТ 23216-78:

Л - для поставок в пределах РФ;

С - для поставок на экспорт.

**4.3** Преобразователь должен храниться в упаковке предприятия-изготовителя, в условиях 5 (ОЖ4), для южных районов - 6 (ОЖ2), по ГОСТ 15150, при температуре окружающей среды от минус 50°С до +50°С и относительной влажности воздуха до 98% (при температуре окружающей среды +25°С).

**4.4** Допустимый срок хранения преобразователя в упаковке изготовителя – 3 года.

**ЭНЕРГОМЕРА®**



Предприятие-изготовитель:  
ОАО «Концерн Энергомера»  
Россия, 355029, г. Ставрополь,  
ул. Ленина, 415,  
тел./факс (8652) 56-66-90