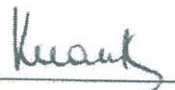


НПО «ЭЛСИБ» ПАО

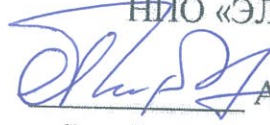
СОГЛАСОВАНО:

Генеральный директор
ЗАО «ЭРАСИБ»


«__» __ 2023 г. В.А.Клан

УТВЕРЖДАЮ:

Технический директор
НПО «ЭЛСИБ» ПАО

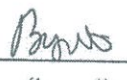

«__» __ 2023 г. А.В.Чириков

Преобразователь частоты ЭРАТОН-М5-320-1140-50-С-IP00-УХЛЗ.1
для электродвигателя АДКВ-500-1140-4У5

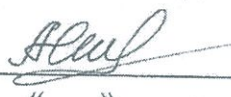
ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

52-168-23

Начальник группы разработчиков -
зам. главного конструктора
по спецтехнике


«__» __ 2023 г. В.В. Вдовин

Заместитель начальника
конструкторского бюро


«__» __ 2023 г. А.Н. Стогов

Начальник управления АЭМ


«15» 11 2023 г. Р.В.Честюнин

Начальник отдела электромагнит-
ных и тепловых расчетов АЭМ


«15» 11 2023 г. И.М.Осинцев

Руководитель группы
взрывозащищенных АЭМ


«15» 11 2023 г. Е.О.Лавренов

1 Назначение и область применения

Преобразователь частоты ЭРАТОН-М5-320-1140-50-С-IP00-УХЛЗ.1 (далее по тексту ПЧ) должен представлять собой набор печатных плат, силовых полупроводниковых элементов, резисторов торможения, искрозащитных барьеров, датчиков тока, шин и проводников (не объединённых собственными конструктивными элементами ПЧ) для установки внутрь взрывозащищенной оболочки аппаратной коробки АДКВ-500-1140-4У5 и предназначен для плавного пуска и регулирования частоты вращения ротора электродвигателя. ПЧ должен являться функциональным аналогом преобразователя частоты FNTG-500/1140/D электродвигателя 3SG3F 450L.

Электродвигатель АДКВ-500-1140-4У5 со встроенным инкрементальным энкодером С82-Н-1024BCU производства LikaElectronic (или аналогичным), должен иметь следующие основные характеристики и параметры Т-образной схемы замещения:

– номинальная мощность	- 500 кВт;
– номинальное напряжение обмотки статора	- 1060 В;
– номинальный ток обмотки статора	- 320 А;
– синхронная частота вращения ротора	- 1500 об/мин;
– синхронная частота питания статора	- 50 Гц;
– коэффициент полезного действия	- 95,5 %
– коэффициент мощности	- 0,89;
– номинальный момент на валу	- 3220 Нм;
– активное сопротивление обмотки статора при 140 °С	- 0,0032 Ом;
– реактивное сопротивление обмотки статора	- 0,15 Ом;
– индуктивное сопротивление цепи намагничивания	- 9,5 Ом;
– приведённое активное сопротивление обмотки ротора	- 0,03 Ом;
– приведённое индуктивное сопротивление рассеяния обмотки ротора	- 0,29 Ом;

2 Порядок поставки и состав ПЧ

Функционально действующим ПЧ становится только после установки его элементов внутрь аппаратной коробки АДКВ-500-1140-4У5, образуя с ее элементами и плитами охлаждения законченное изделие.

Порядок изготовления головного образца ПЧ:

- изготовление печатных плат, деталей, сборочных единиц, закупка комплектующих;
- передача НПО «ЭЛСИБ» ПАО в ЗАО «ЭРАСИБ» конструкторской документации на штатную аппаратную коробку АДКВ-500-1140-4У5;
- изготовление макета аппаратной коробки АДКВ-500-1140-4У5;
- получение от НПО «ЭЛСИБ» ПАО четырех плит охлаждения в качестве давальческого сырья;
- сборка преобразователя в макете аппаратной коробки с применением давальческих плит;
- проведение предварительных испытаний ПЧ (в том числе функционирования ПЛК, с помощью тестовой программы разработки ООО «Трансмаш») по согласованной с НПО «ЭЛСИБ» ПАО программе и методике испытаний;
- разборка ПЧ (силовые элементы остаются на давальческих плитах охлаждения);

- передача ПЧ и давальческих плит (с установленными на них силовыми элементами), а также комплекта документации необходимой для сборки ПЧ в составе АДКВ-500-1140-4У5 в НПО «ЭЛСИБ» ПАО;
- сборка ПЧ в составе головного образца АДКВ-500-1140-4У5 силами НПО «ЭЛСИБ» ПАО в присутствии специалистов ЗАО «ЭРАСИБ»;
- участие специалистов ЗАО «ЭРАСИБ» в приемочных испытаниях головного образца АДКВ-500-1140-4У5 в НПО «ЭЛСИБ» ПАО.

Последующие образцы ПЧ изготавливаются с использованием ранее изготовленной для головного образца макета аппаратной коробки АДКВ-500-1140-4У5.

Схема ПЧ и граница поставки элементов представлена на рисунке 1.

Комплект поставки ПЧ должен соответствовать таблице 1.

Таблица 1 – Комплект поставки ПЧ

№	Наименование изделия	Кол-во
1	Трехфазный сетевой дроссель с водяным охлаждением, 0,22 мГн, 400 А (аналог ED3NC-0.22/400)	1
2	Тиристорно-диодный модуль 320 А 36 класса	3
3	RC-цепь 0,47 мкФ, 240 Ом для защиты выпрямителя	3
4	Транзистор IGBT 250 А 3300 В	1
5	Драйвер для IGBT 250 А 3300 В	1
6	Резистор торможения UXP-600 1 кОм или аналогичный	44
7	Резистор разрядный UXP-600 51 кОм или аналогичный	4
8	IGBT 1200 А 3300 В	6
9	Драйвер для IGBT 1200 А 3300 В	6
10	Конденсатор пленочный 420 мкФ, 1800 В	6
11	Датчик тока на основе эффекта холла	2
12	Трансформатор 160 ВА, сетевая обмотка 230 или 127 В, две вторичные обмотки.	1
13	Преобразователь напряжения AC/DC, выход 24 В, 4 А	1
14	Плата управления инвертором с микроконтроллером DSP (аналог платы PLG1kV совместно с платой TMS-8)	1
15	Плата управления тиристорами выпрямителя	1
16	Плата термоконтроля и связи ПТС (аналог платы INTDAM-5 с STM-32)	1
17	Источник питания собственных нужд, вход 42 В, 50 Гц (аналог платы BZS1kV)	1
18	Барьер искрозащиты SLA-1DI-R (маркировка взрывозащиты [Ex ia] I) или аналогичный	4
19	Барьер искрозащиты SLA-2DO-R (маркировка взрывозащиты [Ex ia] I) или аналогичный	1
20	Барьер искрозащиты SL-485 (маркировка взрывозащиты [Ex ia] I) или аналогичный	3
21	Медиа-конвертер IMC-FTX-s (маркировка взрывозащиты Ex op is I) или аналогичный	1
22	Датчики для контроля температуры радиаторов	4
23	Вентилятор NMB 3610KL-05W-B50 (24 В, 0,16 А) или аналогичный	3
24	Емкость с силикагелем (400 грамм)	1
25	Комплект слаботочных и силовых проводников (шин) и разъемов	1
26	Варистор MYE70-222	3
27	Промышленный логический контроллер OWEN ПЛК210-04-CS	1
28	Сервисный пульт управления общепромышленного исполнения	1

При разработке Исполнитель может изменить комплект поставки без ухудшения технических и функциональных характеристик ПЧ

3 Основные параметры и характеристики

ПЧ после установки в аппаратную коробку электродвигателя должен иметь основные характеристики, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики ПЧ

№	Наименование параметра	Ед. измер.	Величина
1	Номинальное напряжение на выходе	В	1060
2	Способ формирования выходного напряжения	–	Двухуровневая широтно-импульсная модуляция
3	Номинальный выходной ток	А	320
4	Частота на входе	Гц	50±2%
5	Пределы регулирования частоты на выходе	Гц	3...50
6	Шаг задания частоты выходного напряжения по RS-485, не менее	Гц	0,01
7	Погрешность поддержания частоты вращения при использовании энкодера, не более	%	1,0
8	Коэффициент мощности по входу при номинальной нагрузке, не менее	о.е.	0,92
9	КПД при номинальной нагрузке, не менее	о.е.	0,97
10	Перегрузочная способность по току, не менее	%	150

4 Конструктивные требования

4.1 Силовые полупроводниковые элементы и резисторы ПЧ должны размещаться на четырех радиаторах охлаждения (медных плитах) аппаратной коробки электродвигателя и охлаждаться протекающей через них жидкостью (вода либо этиленгликоль с температурой эксплуатации до минус 40 °С.) Четыре радиатора охлаждения и контур охлаждения дросселя должны быть соединены параллельно. Параметры охлаждающей жидкости: температура на входе от плюс 1 °С до плюс 30 °С, общий расход не менее 25 л/мин.

4.2 Степень защиты элементов ПЧ – IP00 по ГОСТ 14254.

4.3 Элементы ПЧ должны размещаться в аппаратной коробке электродвигателя.

4.4 Конструкция ПЧ и их блоков должна обеспечивать:

- одностороннее обслуживание, через снимаемые крышки аппаратной коробки электродвигателя;
- доступность осмотра и подтяжки мест крепления контактных соединений, составных частей, исключение их самоотвинчивания;
- доступность к элементам, подлежащим регулированию, через снимаемые крышки аппаратной коробки электродвигателя;
- снятие составных частей и элементов, вышедших из строя, с помощью стандартного слесарного инструмента, через снимаемые крышки аппаратной коробки электродвигателя;

- возможность применения грузоподъемных механизмов для извлечения дросселя, через крышку аппаратной коробки электродвигателя;
- искробезопасность выходных и входных слаботочных цепей (интерфейсов RS-485, дискретных входов и выходов);
- защиту печатных узлов (плат) от конденсата за счет двойного покрытия электроизоляционным лаком.

4.5 Рабочее положение ПЧ - любое. Положение ПЧ при обслуживании и ремонте - горизонтальное.

4.6 Антикоррозийные покрытия должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.301. Лакокрасочные покрытия должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.401.

4.7 Начальные электрические сопротивления контактных соединений силовых токоведущих цепей должны соответствовать требованиям п.2.2.1 ГОСТ 10434 для класса контактных соединений – 1.

4.8 ПЧ должен иметь в своем составе датчики температуры, позволяющие измерять температуру радиаторов и силовых элементов с порогом срабатывания по температуре радиатора 60 °С.

4.9 ПЧ должен поставляться с сервисным пультом управления общепромышленного исполнения с интерфейсом RS-485. Пульт должен позволять осуществлять запуск и останов ПЧ, просматривать его текущие координаты, сообщения о защитах, просматривать и редактировать основные параметры ПЧ.

4.10 В конструкции ПЧ должен быть размещен промышленный логический контроллер (ПЛК) и модули расширения (при необходимости) без программного обеспечения. Для связи ПЛК с внешней АСУ ТП в ПЧ должны быть установлены бистабильные искробезопасные выходы в количестве четырех штук и искробезопасные релейные входы в количестве двух штук, а также медиа конвертер 100BASE-TX в 100BASE-FX (два оптоволоконных кабеля 9/125 мкм, длина волны по оптоволокну на прием - 1310 нм, длина волны по оптоволокну на передачу - 1310 нм).

4.11 Печатные узлы должны иметь двойное покрытие электроизоляционным лаком.

5 Электрические характеристики и режимы работы

5.1 Питание силовых цепей ПЧ должно осуществляться от сети трехфазного переменного тока 1140 В, 50 Гц с изолированной нейтралью с допустимым уровнем отклонения напряжения от минус 5 до плюс 10%.

5.2 Питания цепей управления ПЧ должно осуществляться от однофазной сети переменного тока 127 либо 230 (220) В, 50 Гц с допустимым уровнем отклонения напряжения от минус 5 до плюс 10%.

5.3 ПЧ должен обеспечивать следующий режим перегрузки:

- 150 % от номинального выходного тока;
- продолжительность перегрузки 60 с;
- среднеквадратичное значение тока в течение цикла 100 % от номинального значения;
- время усреднения 10 мин.

5.4 Допускаемые установившиеся отклонения частоты напряжения на выходе ПЧ от заданного значения должны быть не более 5 %.

5.5 Коэффициент мощности λ на входе ПЧ в номинальном режиме работы (при номинальных значениях выходных токов, напряжении и частоты) должен быть не менее 0,92 при мощности короткого замыкания сети, не превышающей 100 кратную полную мощность ПЧ.

5.6 Коэффициент полезного действия ПЧ η в номинальном режиме работы (при номинальных значениях выходных токов, напряжении и частоты) должен быть не менее 97 %.

5.7 Режим работы по ГОСТ 18311 – S1 (продолжительный).

5.8 ПЧ должен допускать не менее 6 повторных включений (после полного разряда силовых конденсаторов ПЧ) в час, с паузой между двумя включениями подряд не менее 5 минут.

5.9 Цепь торможения ПЧ должна состоять из 44 резисторов мощностью 600 Вт по 1 кОм с итоговым сопротивлением 91 Ом, мощностью 26,4 кВт.

5.10 Аппаратура ПЧ (посредством платы термоконтроля и связи) должна измерять температуру подшипников переднего и заднего щитов и обмоток статора по данным от встроенных в них датчиков Pt 100 ГОСТ 6651 с двухпроводной схемой измерения.

5.11 Аппаратура ПЧ (посредством платы термоконтроля и связи) должна фиксировать перегрев подшипников переднего и заднего щитов и обмоток статора (датчики трех фаз соединены последовательно) по данным от встроенных в них датчиков РТС при величинах измеренных сопротивлений. Величины сопротивлений для фиксации перегрева уточняются в процессе изготовления ПЧ.

5.12 ПЧ должен иметь следующие виды защит:

- от недопустимой перегрузки (время-токовую);
- от токов внешних коротких замыканий (максимально-токовую);
- от превышения и понижения напряжения питания силовых цепей;
- от перегрева элементов силовой схемы ПЧ (по данным от биметаллических датчиков, упомянутых в п.4.8);
- от обрыва выходной фазы ПЧ;
- отключение двигателя при перегреве обмотки или подшипников.

5.13 Программное обеспечение ПЧ должно предусматривать возможность конфигурирования параметров системы управления ПЧ (кроме ПЛК), настройки и изменения параметров силами технического персонала Заказчика с помощью входящего в комплект поставки сервисного пульта.

5.14 Сопротивление изоляции электрических цепей ПЧ относительно друг друга и корпуса должно быть не менее:

- 5 МОм в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150,
- 0,5 МОм в условиях воздействия верхнего значения температуры окружающей среды после установления в преобразователе теплового равновесия;
- 0,5 МОм в условиях воздействия верхнего значения относительной влажности;

Уровень испытательного напряжения для цепей с номинальным напряжением:

- до 50 В – 100 В;
- от 101 В до 500 В – 500 В;
- от 501 В до 1000 В – 1000 В.

5.15 Изоляция цепей ПЧ относительно корпуса электродвигателя при нормальных значениях климатических факторов по ГОСТ 15150 должна выдержи-

вать без повреждений в течение 1 мин частотой 50 Гц в зависимости от номинального напряжения цепи:

до 24 В – 500 В;

от 24 В до 60 – 1000 В;

от 60 В до 200 В – 1500 В;

от 200 до 500 В – 2000 В;

от 500 до 4000 В – $2,5 U_n + 1000$, но не менее 3000 В.

5.16 Управление ПЧ должно осуществляться тремя способами:

– управление от удаленной АСУ по интерфейсу RS-485 по протоколу ModBus RTU через искробезопасный барьер или Ethernet 100BASE-FX через медиа конвертер 100BASE-FX в 100BASE-TX посредством ПЛК;

– управление от удаленной АСУ по интерфейсу RS-485 по протоколу ModBus RTU через искробезопасный барьер подключённый непосредственно к плате термоконтроля и связи;

– управление от сервисного пульта по интерфейсу RS-485 по протоколу ModBus RTU подключённого непосредственно к плате термоконтроля и связи (через отдельный разъем).

6 Требования к протоколу связи Modbus RTU

ПЧ должен иметь настройки ModBus RTU указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Настройки ModBus RTU

№	Параметр	Значение по умолчанию
1	Адрес устройства	1
2	Скорость	38400 бит/с
3	Четность	Нет
4	Бит данных	8
5	Количество стоп-бит	1

Чтение параметров должно осуществляться функцией 0x03, запись параметров функцией 0x10.

Таблица адресов параметров и команд представлена в таблице 4 (указан адрес, а не номер регистра).

Таблица 4 – Таблица адресов ModBus RTU платы термоконтроля и связи

Адрес	Команда/информация	Описание
Команды и задающие регистры		
1	Регистр команд/регистр статуса	Чтение (регистр статуса): Бит [0] – остановлен; Бит [1] – в работе; Бит [2] – сработала защита; Бит [3] – инициализация (считывание регистров из DSP); Бит [4] – идет заряд ЗПН; Запись (регистр команд): Бит [0] – стоп (снятие ШИМ и останов самовыбегом); Бит [1] – пуск; Бит [2] – сброс защит; Бит [3] – останов торможением.
2	Задание частоты/ограничение макс. частоты при управлении моментом	Умноженное на 100 (например, 5 Гц = 500)
3	Заданное направление	0 – вперед / направо; 1 – назад / налево.
4	Заданный момент	в Нм (от 0 до макс. значения)
5	Знак момента	0 – двигательный момент (тяга); 1 – генераторный момент (торможение).
6	Режим работы	0 – частотное (скалярное) регулирование U/f; 1 – бездатчиковое регулирование частоты с векторным управлением; 2 – регулирование момента с векторным управлением; 3 – не используется; 4 – регулирование частоты по датчику частоты с векторным управлением.
Текущие координаты		
7	Код защиты DSP	код хранится в энергозависимой памяти

Адрес	Команда/информация	Описание
8	Информация по температуре электродвигателя	Бит [0] – превышение температура заднего подшипника РТС1; Бит [1] – превышение температуры переднего подшипника РТС2; Бит [2] – превышение температуры обмотки статора РТС3; Бит [8] – превышение температуры заднего подшипника Т1; Бит [9] – превышение температуры переднего подшипника Т2; Бит [10] – превышение температуры обмотки статора Т3;
9	Статусы ПТС и DSP	Байт 0 (статус ПТС): 0 – идет инициализация; 1 – остановлен; 2 – в работе; 3 – сработала защита; 4 – не используется. Байт 1 (статус DSP): 1 – остановлен; 2 – в работе; 3 – сработала защита; 4 – не используется.
10	Выходная частота инвертора	Значение частоты x100 в Герцах
11	Частота вращения ротора	в об/мин
12	Ток инвертора	Действующее значение в Амперах
13	Счетчик оборотов ротора	Отчет видется от момента подачи напряжения управления при наличии энкодера. При переполнении счётчика более 65535, он сбрасывается в ноль
14	Текущий электромагнитный момент	Текущий воспроизводимый момент
15	Напряжение сети	Действующее значение линейного напряжения сети в Вольтах
16	Напряжение звена ПЧ	Напряжение звена ПЧ в Вольтах
17	Выходное линейное напряжение ПЧ	Действующее значение линейного напряжения на выходе инвертора в Вольтах

Адрес	Команда/информация	Описание
18	не используется	не используется
19	Температура электроники	Температура МК в градусах Цельсия
20	Температура заднего подшипника	Температура заднего подшипника (Т1) в градусах Цельсия
21	Температура переднего подшипника	Температура переднего подшипника (Т2) в градусах Цельсия
22	Температура обмотки статора	Температура обмотки статора (Т3) в градусах Цельсия
23	Код защиты ПЧ	код хранится в энергонезависимой памяти
24	Время отключения (минута и час)	Байт 0 – минуты; Байт 1 – час.
25	Время отключения (год и секунда)	Байт 0 – год; Байт 1 – секунда.
26	Время отключения (день и месяц)	Байт 0 – день; Байт 1 – месяц.
27	Заданная частота при отключении	Умноженное на 100 (например, 5 Гц = 500)
28	Частота при отключении	Умноженное на 100 (например, 5 Гц = 500)
29	Напряжение звена ПЧ при отключении	Напряжение звена ПЧ в Вольтах
30	Ток инвертора при отключении	Действующее значение в Амперах
31	Температура электроники при отключении	Температура плат управления в градусах Цельсия
32	Температура заднего подшипника при отключении	Температура заднего подшипника (Т1) в градусах Цельсия
33	Температура переднего подшипника при отключении	Температура переднего подшипника (Т2) в градусах Цельсия
34	Температура обмотки статора при отключении	Температура обмотки статора (Т3) в градусах Цельсия
35	не используется	
36	не используется	
.....		
256	не используется	
Параметры ПТС и DSP		
257	Статус пользователя и пароль	от 0 до 3

Адрес	Команда/информация	Описание
258	Установка пароля	от 0000 до FFFF
259	Последовательность отображения текущих значений переменных	от 0000 до CCCC
260	Код переменной, выводимой на AOUT1	от 0 до 9
261	Код переменной, выводимой на AOUT2	от 0 до 9
262	Масштабный множитель для AOUT1	Умноженный на 100, 1.00=100
263	Масштабный множитель для AOUT2	Умноженный на 100, 1.00=100
264	Нижняя граница рабочего диапазона выходного сигнала AOUT1, в %	Умноженная на 10, 20.0%=200
265	Нижняя граница рабочего диапазона выходного сигнала AOUT2, в %	Умноженная на 10, 20.0%=200
266	Параметр записи настроек в память	от 0 до 3
267	Статус пользователя и пароль	от 0 до 3
268	Установка пароля	от 0000 до FFFF
269	Последовательность отображения текущих значений переменных	от 0000 до CCCC
270	Код переменной, выводимой на AOUT1	от 0 до 9
271	Код переменной, выводимой на AOUT2	от 0 до 9
272	Масштабный множитель для AOUT1	Умноженный на 100, 1.00=100
273	Масштабный множитель для AOUT2	Умноженный на 100, 1.00=100
274	Нижняя граница рабочего диапазона выходного сигнала AOUT1, в %	Умноженная на 10, 20.0%=200
275	Нижняя граница рабочего диапазона выходного сигнала AOUT2, в %	Умноженная на 10, 20.0%=200
276	Параметр записи настроек в память	от 0 до 4
277	Заданная частота вперед при пуске с ПМУ, Гц	Умноженная на 10, 20.0 Гц=200
278	Заданная частота назад при пуске с ПМУ, Гц	Умноженная на 10, 20.0 Гц=200
279	Минимальная частота регулирования, Гц	Умноженная на 10, 2.0 Гц=20

Адрес	Команда/информация	Описание
280	Максимальная частота регулирования, Гц	Умноженная на 10, 50.0 Гц=500
281	Время разгона нуля до максимальной частоты, с	Умноженное на 10, 5.0 с=500
282	Время торможения с максимальной частоты до нуля, с	Умноженное на 10, 10.0 с=100
283	Тип задатчика	0 – линейный; 1 – S-задатчик.
284	Торможение с максимально возможным темпом при «СТОП»	0 – не используется; 1 – используется
285	Ограничение рывка для S-образной характеристики, Гц/с ²	Умноженное на 100, 5.00 Гц/с ² =500
286	Источник задающего воздействия для DSP	0 – пульт SPI; 1 – аналоговый однополярный вход 0...10 В; 2 – дискретными сигналами (цифровой код по DIN1-DIN3); 3 – ПИД регулятор параметра от внутреннего задания; 4 – ПИД регулятор параметра от аналогового задания 0...10 В; 5 – RS-485 по Port#0; 6 – дискретными кнопками DIN2 (больше) и DIN3 (меньше); 7 – не используется; 8 – не используется; 9 – не используется; 10 – аналоговый однополярный вход 4...20 мА.
287	Формирование команд ПУСК/СТОП/РЕВЕРС	0 – тумблерный режим управления А; 1 – тумблерный режим управления В; 2 – кнопочный режим управления А; 3 – кнопочный режим управления В или пульт SPI; 4 – RS-485 по Port#0; 5 – тумблерный режим управления С.
288	Направление вращения ротора	0 – «прямое» задание на частоту вращения; 1 – «инверсное» задание на частоту вращения.

Адрес	Команда/информация	Описание
289	Обработка внешнего нормально замкнутого контакта аварийного останова по DIN8	0 – не используется; 1 – используется
290	Задание частоты вперед в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=000	Умноженная на 10, 01.0 Гц=10
291	Задание частоты вперед в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=001	Умноженная на 10, 01.0 Гц=10
292	Задание частоты вперед в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=010	Умноженная на 10, 03.0 Гц=30
293	Задание частоты вперед в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=011	Умноженная на 10, 04.0 Гц=40
294	Задание частоты вперед в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=100	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
295	Задание частоты вперед в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=101	Умноженная на 10, 06.0 Гц=40
296	Задание частоты вперед в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=110	Умноженная на 10, 07.0 Гц=40
297	Задание частоты вперед в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=111	Умноженная на 10, 08.0 Гц=40
298	Задание частоты назад в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=000	Умноженная на 10, 01.0 Гц=10
299	Задание частоты назад в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=001	Умноженная на 10, 01.0 Гц=10
300	Задание частоты назад в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=010	Умноженная на 10, 03.0 Гц=30
301	Задание частоты назад в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=011	Умноженная на 10, 04.0 Гц=40
302	Задание частоты назад в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=100	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50

Адрес	Команда/информация	Описание
303	Задание частоты назад в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=101	Умноженная на 10, 06.0 Гц=40
304	Задание частоты назад в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=110	Умноженная на 10, 07.0 Гц=40
305	Задание частоты назад в Герцах для DIN3, DIN2, DIN1=111	Умноженная на 10, 08.0 Гц=40
306	Автоматический пуск при включении питания	0 – не активен; 1 – активен.
307	Время снижения частоты с максимальной до нуля при токоограничении, с	Умноженное на 10, 05.0 с=50
308	Минимальная частота в режиме токоограничения, Гц	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
309	Автоподхват при пуске	0 – отключен; 1 – включен; 2 – модифицированный включен.
310	Максимально допустимое время поиска	
311	Начальная частота поиска	
312	Амплитуда тестового напряжения	
313	Порог обнаружения частоты	
314	Время нарастания потока	
315	Задержка включения автоподхвата	
316	Повышение найденной частоты при автоподхвате	
317	Режим дискретного выхода DOUT1	0 – выход не задействован; 1 – сработала защита; 2 – компаратор тока; 3 – компаратор частоты; 4 – первый вариант управления тормозом; 5 – готовность электропривода;
318	Режим дискретного выхода DOUT2	
319	Режим дискретного выхода DOUT3	
320	Режим дискретного выхода DOUT4	
321	Режим дискретного выхода DOUT5	
322	Режим дискретного выхода DOUT6	

Адрес	Команда/информация	Описание
323	Режим дискретного выхода DOUT7	6 – готовности ПЧ; 7 – второй вариант управления тормозом; 8 – «перегрузка»; 9 – «недогрузка»; 10 – в работе; 11 – активно дистанционное управление; 12 – третий вариант управления; 13 – специализированный алгоритм управления тормозом; 14 – резерв; 15 – резерв; 16 – генераторный режим; 17 – заряд ЗПН завершен.
324	Режим дискретного выхода DOUT8	
325	Выходная частота в Герцах, при которой срабатывают дискретные выходы в режиме 3 – компаратор частоты	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
326	Фазный ток при котором срабатывают дискретные выходы в режиме 2 – компаратор тока	
327	Способ торможения	0 – самовыбегом; 1 – частотное; 2 – динамическое.
328	Время затухания поля ротора при динамическом торможении, с	Умноженное на 10, 03.0 с=30
329	Продолжительность динамического торможения, с	
330	Напряжение динамического торможения в %	Умноженное на 10, 05.0 %=50
331	Время включения DSP – тысячи часов	
332	Время включения DSP – часы, десятки минут	
333	Время нахождения в работе – тысячи часов	
334	Время нахождения в работе – часы, десятки минут	
335	Способ намагничивания	0 – по команде ПУСК

Адрес	Команда/информация	Описание
		1 – постоянное.
336	Продолжительность предварительного намагничивания, с	Умноженное на 10, 03.0 с=30
337	Включение намагничивания по DIN4	0 – не используется; 1 – используется (только для тумблерных режимов А и В)
338	Способ управления	0 – частотное регулирование (без датчика частоты вращения); 1 – векторное управление (без датчика частоты вращения); 2 – частотное регулирование (с датчиком частоты вращения); 3 – векторное управление (с датчиком частоты вращения); 4 – моментный привод для станков (без датчика частоты вращения); 5 – моментный привод для станков (с датчиком частоты вращения); 6 – привод натяжения (без датчика частоты вращения); 7 – привод натяжения (с датчиком частоты вращения); 8 – векторное управление с измерением напряжения (без датчика частоты вращения); 9 – векторное управление СДПМ (без датчика частоты вращения); 10 – векторное управление с датчиком частоты вращения и датчиком напряжением; 11 – регулирование момента (без датчика частоты вращения); 12 – регулирование момента (с датчиком частоты вращения);
339	Число меток энкодера на один оборот ротора, шт.	от 0001 до 9999
340	Число пар полюсов электродвигателя, шт.	от 0001 до 9999
341	Отладочный режим проверки тормозного резистора	от 0 до 100
342	Задержка времени на начало развертки задатчика частоты при запуске, с	Умноженное на 1000, 1.000 с=1000
343	Задержка времени на блокировку регулятора ско-	Умноженное на 1000, 1.000 с=1000

Адрес	Команда/информация	Описание
	рости после останова, с	
344	Постоянная времени фильтра экспоненциальной функции снижение тока при отключении, с	Умноженное на 100, 1.00 с=100
345	Задание ускорения и замедления в области «запретных» частот	Умноженное на 10, 10.0 с=100
346	Нижняя граница области «запретных» частот 1	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
347	Верхняя граница области «запретных» частот 1	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
348	Нижняя граница области «запретных» частот 2	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
349	Верхняя граница области «запретных» частот 2	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
350	Нижняя граница области «запретных» частот 3	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
351	Верхняя граница области «запретных» частот 3	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
352	Нижняя граница области «запретных» частот 4	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
353	Верхняя граница области «запретных» частот 4	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
354	Нижняя граница области «запретных» частот 5	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
355	Верхняя граница области «запретных» частот 5	Умноженная на 10, 05.0 Гц=50
356	Задание тока намагничивания при «малощумном» режиме в %	от 0 до 100
357	Порог срабатывания мгновенной защиты от снижения напряжения ЗПН, в Вольтах	
358	Заданное значение ограничения момента в о.е., которое сформируется после истечения времени старта	Умноженное на 1000, 1.000 о.е.=1000
359	Выбор режима работы моментного привода стенда	0 – «симметричный»; 1 – «генераторный»; 2 – «двигательный»;
360	Время старта, в течение которого действует начальное ограничение момента	Умноженное на 10, 10.0 с=100
361	Начальное ограничение на момент в о.е.	Умноженное на 1000, 1.000 о.е.=1000

Адрес	Команда/информация	Описание
362	Коэффициент подстройки величины с энкодера, о.е.	Умноженный на 1000, 1.000 о.е.=1000
363	Инверсия энкодера	0 – нет инверсии; 1 – есть инверсия.
364	Не используется	
365	Не используется	
366	Номинальное линейное напряжение электродвигателя в Вольтах	от 100 до 1200
367	Номинальная частота питания статора электродвигателя в Герцах	от 10 до 800
368	Номинальный фазный ток статора электродвигателя	Умноженный на 10, 300.0 А=3000
369	Номинальное скольжение электродвигателя, в %	Умноженное на 10, 2.0 %=20
370	Номинальный коэффициент мощности электродвигателя, о.е.	Умноженный на 100, 0.85 о.е.=85
371	Сопротивление фазы статора двигателя совместно с кабелем подключения в МОмах	от 0 до 9999
372	Переходная индуктивность в мГн	Умноженная на 100, 1.50 мГн=150
373	Электромагнитная постоянная времени цепи ротора в мс.	
374	Главная взаимная индуктивность, в мГн.	Умноженная на 10, 1.5 мГн=15
375	Номинальное потокосцепление ротора, в В·с	Умноженное на 1000, 0.920 В·с=920
376	Напряжение смещения в % от номинального напряжения электродвигателя	Умноженное на 10, 5.0 %=50
377	Ток холостого хода электродвигателя в Амперах	
378	Коэффициент демпфирующих перекрестных связей, о.е.	Умноженный на 10, 1.0 о.е.=10
379	Тип коэффициента перекрёстных связей	0 – постоянный;

Адрес	Команда/информация	Описание
		1 – переменный.
380	Коэффициент модуляции напряжения на номинальной частоте электродвигателя в %	от 100 до 120
381	Поток при запуске электропривода в %	от 100 до 200
382	Граничная частота форсировки потока	Умноженная на 10, 10.0 Гц=150
383	Форсировка в точке 1	от 100 до 200
384	Частота в точке 1	Умноженная на 10, 10.0 Гц=150
385	Форсировка в точке 2	от 100 до 200
386	Частота в точке 2	Умноженная на 10, 10.0 Гц=150
387	Параметр «Тау» электропривода, в секундах	Умноженная на 100, 1.00 с=100
388	Частота среза ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования частоты вращения	Умноженная на 10, 1.5 Гц=15
389	Отношение частоты среза к левой частоты сопряжения в ЛАЧХ контура регулирования частоты вращения	Умноженное на 10, 3.0 о.е.=30
390	Собственная частота наблюдателя частоты вращения	Умноженная на 10, 30.0 Гц=300
391	Допустимая продолжительность насыщения регулятора тока	Умноженная на 10, 0.5 с=5
392	Тип входного звена ПЧ	0 – выпрямитель; 1 – АВН.
393	Отношение правой частоты сопряжения к частоте среза в ЛАЧХ контура регулирования частоты вращения	Умноженное на 10, 3.0 о.е.=30
394	Контур регулирования потокосцепления	0 – отключен; 1 – включен, осуществляется зависимое ослабление поля 2 – включен, осуществляется независимое ослабление поля
395	Собственная частота контура регулирования пото-	Умноженная на 10, 1.5 Гц=15

Адрес	Команда/информация	Описание
	косцепления, Гц	
396	Частота корректора нулей, Гц	Умноженная на 100, 0.5 Гц=50
397	Относительный порог ослабления потока, о.е.	Умноженный на 100, 1.05 о.е.=105
398	Относительный коэффициент регулятора ослабления, о.е.	Умноженный на 10, 5.0 о.е.=50
399	Действующее значение тока намагничивания, А	
400	Адаптация корректора нулей	0 – выключена; 1 – включена
401	Коэффициент разделения частот при адаптации, о.е.	Умноженный на 10, 20.0 о.е.=20
402	Коэффициент форсировки потока при запуске, о.е.	Умноженный на 10, 1.5 о.е.=15
403	Продолжительность форсировки потока при запуске, с	Умноженная на 10, 3.0 с=30
404	Порог срабатывания максимально токовой защиты – действующее значение тока электродвигателя в Амперах	
405	Время превышения 120% от номинального тока двигателя, с	от 0 до 9999
406	Токоограничение в двигательном режиме в %	
407	Токоограничение в генераторном режиме в %	
408	Работа защиты от обрыва фазы электродвигателя	0 – запрещена; Не ноль – разрешена (задается порог срабатывания в % от номинального тока)
409	Защита от «обратного хода»	0 – запрещена; 1 – разрешена
410	Задержка времени срабатывания защиты	Умноженная на 100, 0.50 с=50
411	Параметр настройки защиты	
412	Выбираемый номер сообщения об защите	

Адрес	Команда/информация	Описание
413	Код защиты №1 (последней)	
414	Напряжение звена постоянного тока, В	
415	Фазный ток статора электродвигателя, А	
416	Выходная частота, Гц	
417	Код защиты №2 (предпоследней)	
418	Напряжение звена постоянного тока, В	
419	Фазный ток статора электродвигателя, А	
420	Выходная частота, Гц	
421	Код защиты №3	
422	Напряжение звена постоянного тока, В	
423	Фазный ток статора электродвигателя, А	
424	Выходная частота, Гц	
425	Код защиты №4	
426	Напряжение звена постоянного тока, В	
427	Фазный ток статора электродвигателя, А	
428	Выходная частота, Гц	
429	Очистка архива защит	
430	Выдержка времени на формирование Err3	Умноженная на 10, 1.0 с=10
431	Допустимая длительность насыщения регулятора скорости	Умноженная на 10, 1.0 с=10
432	Выдержка времени на формирование ErrC	Умноженная на 10, 1.0 с=10
433	Максимальное допустимое напряжение ЗПТ, В	
434	Порог включения тормозного транзистора, В	
435	Порог выключения тормозного транзистора, В	
436	Порог окончания предварительного заряда ЗПТ, В	
437	Порог срабатывания Err3, В	
438	Начальное действующее значение тока намагничивания СД	Не используется

Адрес	Команда/информация	Описание
439	Действующее значение тока намагничивания СД на максимальной частоте	Не используется
440	Режим самонастройки ПЧ	0 – отключен; 1 – определение сопротивления статора и экспресс-самонастройка ПЧ при каждом пуске; 2 – определение всех параметров и экспресс-самонастройка ПЧ при каждом пуске; 3 – полная самонастройка ПЧ при каждом пуске
441	Ручной запуск процедур самонастройки ПЧ	0 – отключен; 1 – запуск первоначальной грубой установки параметров по номинальным данным с идентификацией сопротивления статора и индуктивности; 2 – запуск полной процедуры идентификации и самонастройка 3 – установка нулей датчиков фазных напряжений.
442	Ручной запуск процедуры самонастройки регулятора частоты вращения	0 – отключен; 1 – запуск
443	Коррекция дрейфа текущего Rs	Не используется
444	Частота ШИМ, кГц	Умноженная на 10, 3.0 кГц=30
445	«Мертвое» время, мкс	Умноженное на 10, 5.0 мкс=50
446	Предел измерений датчика фазных токов, А	
447	Начальный коэффициент компенсации мертвого времени, %	
448	Частота полной компенсации, Гц	Умноженная на 10, 25.0 Гц=250
449	Частота прекращения компенсации, Гц	Умноженная на 10, 37.5 Гц=375
450	Компенсация колебаний напряжения ЗПТ	0 – отключена; 1 – включена.
451	Собственная частота контуров регулирования токов, Гц	

Адрес	Команда/информация	Описание
452	Испытание ПЧ в режиме «замороженного» синуса	Не используется
453	Предел измерения датчика напряжения ЗПТ, В	
454	Номинальное напряжение ЗПТ, В	
455	Предел измерения датчиков фазных напряжений нагрузки, В	
456	Специальные режимы ШИМ	0 – отключены; 1 – разрывная асинхронная ШИМ; 2 – традиционная синхронная ШИМ; 3 – разрывная синхронная ШИМ; 4 – «мягкая» асинхронная ШИМ; 5 – «мягкая» разрывная асинхронная ШИМ; 6 – «малошумный режим».
457	Частота первой гармоники выходного напряжения для включения синхронной ШИМ	Умноженная на 10, 35.0 Гц=350
458	Частота первой гармоники выходного напряжения для включения разрывной ШИМ	Умноженная на 10, 35.0 Гц=350
459	Минимальная частота ШИМ в специальных режимах, кГц	Умноженная на 10, 3.0 кГц=30
460	Максимальная частота ШИМ в специальных режимах, кГц	Умноженная на 10, 6.0 кГц=60
461	Полуширина петли гистерезиса по частоте на включение/выключение	Умноженная на 10, 0.5 Гц=5
462	Физическая величина, соответствующая максимальному сигналу датчика отрицательной обратной связи	
463	Положение точки	
464	Сигнал датчика	0 – прямая характеристика 0...5 мА; 1 – прямая характеристика 4...20 мА;

Адрес	Команда/информация	Описание
		2 – обратная характеристика 0...5 мА; 3 – обратная характеристика 4...20 мА
465	Требуемое значение параметра датчика в канале отрицательной обратной связи	
466	Минимальное значение параметра датчика обратной связи	
467	Пропорциональный коэффициенты ПИД-регулятора	Умноженный на 100, 1.00 = 100
468	Интегральный коэффициенты ПИД-регулятора	Умноженный на 100, 1.00 = 100
469	Дифференциальный коэффициенты ПИД-регулятора	Умноженный на 10, 1.0 = 10
470	Знак коэффициентов регулятора	0 – положительный; 1 – отрицательный.
471	Режим выравнивания нагрузок при частотном регулировании	0 – не активен; 1 – активен.
472	Тип протокола обмена канала связи Port #0	0 – Modbus; 1 – PC-master
473	Адрес DSP в сети Modbus канала связи Port #0	от 0 до 31
474	Скорость передачи данных канала связи Port #0	0 – 2400 бод; 1 – 4800 бод; 2 – 9600 бод; 3 – 14400 бод; 4 – 19200 бод; 5 – 38400 бод; 6 – 57600 бод; 7 – 115200 бод
475	Адрес DSP во внутренней сети Modbus	от 0 до 31
476	Скорость передачи данных во внутренней сети	0 – 2400 бод;

Адрес	Команда/информация	Описание
	Modbus	1 – 4800 бод; 2 – 9600 бод; 3 – 14400 бод; 4 – 19200 бод; 5 – 38400 бод; 6 – 57600 бод; 7 – 115200 бод
477	Номер версии программного обеспечения	
478	Число и месяц компиляции	
479	Год	
480	Не используется	
481	Не используется	
482	Не используется	
483	Не используется	
484	Не используется	
485	Не используется	
486	Не используется	
487	Не используется	
488	Не используется	
489	Не используется	
490	Не используется	
491	Не используется	
492	Порог тревоги T1, °C	от 0 до 150
493	Порог защиты по температуре датчика T1, °C	от 0 до 150
494	Порог тревоги T2, °C	от 0 до 150
495	Порог защиты по температуре датчика T2, °C	от 0 до 150
496	Порог тревоги T3, °C	от 0 до 150
497	Порог защиты по температуре датчика T3, °C	от 0 до 150

Адрес	Команда/информация	Описание
498	Порог тревоги T4, °C	от 0 до 150
499	Порог защиты по температуре датчика T4, °C	от 0 до 150
500	Контроль РТС1	0 – не активен 1 – активен
501	Контроль РТС2	0 – не активен 1 – активен
502	Контроль РТС3	0 – не активен 1 – активен
503	Контроль РТС4	0 – не активен 1 – активен
504	Контроль РТС5	0 – не активен 1 – активен
505	Контроль РТС6	0 – не активен 1 – активен
506	Адрес ПТС в сети Modbus с АСУ	от 0 до 31
507	Не используется	
508	Скорость передачи данных от АСУ	0 – 2400 бод; 1 – 4800 бод; 2 – 9600 бод; 3 – 14400 бод; 4 – 19200 бод; 5 – 38400 бод; 6 – 57600 бод; 7 – 115200 бод
509	Допустимое время приёма пакета от АСУ, с	от 1 до 10
510	Адрес DSP в сети Modbus с ПТС	от 0 до 31
511	Скорость передачи данных от ПТС в DSP	0 – 2400 бод; 1 – 4800 бод;

Адрес	Команда/информация	Описание
		2 – 9600 бод; 3 – 14400 бод; 4 – 19200 бод; 5 – 38400 бод; 6 – 57600 бод; 7 – 115200 бод
512	Допустимое время приёма пакета от DSP, с	от 1 до 10
513	Контроль связи между к ПТС и DSP	0 – не активен 1 – активен
514	Контроль связи между ПТС и АСУ	0 – не активен 1 – активен
515	Мировое время (минута и час)	Байт 0 – минуты; Байт 1 – час.
516	Мировое время (год и секунда)	Байт 0 – год; Байт 1 – секунда.
517	Мировое время (день и месяц)	Байт 0 – день; Байт 1 – месяц.
518	Показатель актуальности параметров	1-параметры актуальные; 0-продолжается запись
Регистратор событий		
790	№ события	(последнее)
791	Время запуска (месяц и год)	Байт 0 – месяц; Байт 1 – год.
792	Время запуска (час и день)	Байт 0 – час; Байт 1 – день.
793	Время запуска (секунда и минута)	Байт 0 – секунда; Байт 1 – минута.
794	Время останова	Байт 0 – месяц;

Адрес	Команда/информация	Описание
	(месяц и год)	Байт 1 – год.
795	Время останова (час и день)	Байт 0 – час; Байт 1 – день.
796	Время останова (секунда и минута)	Байт 0 – секунда; Байт 1 – минута.
797	Статус и код защиты в момент останова	Байт 0 – код защиты при остановке; Байт 1 – статус при останове.
798	Заданная частота при отключении	Умноженное на 100 (например, 5 Гц = 500), тип переменной float
799		
800	Частота при отключении	Умноженное на 100 (например, 5 Гц = 500), тип переменной float
801		
802	Напряжение звена ПЧ при отключении	Напряжение звена ПЧ в Вольтах, тип переменной float
803		
804	Ток инвертора при отключении	Действующее значение в Амперах, тип переменной float
805		
806	Температура электроники при отключении	Температура плат управления в градусах Цельсия, тип переменной float
807		
808	Заданный электромагнитный момент при отключении	Заданные электромагнитный момент системой векторного управления в Нм при отключении, тип переменной float
809		
810	№ события	(последнее - 1)
....	и так далее для 99 событий	
....		

7 Требования живучести и стойкости к внешним воздействиям

7.1 ПЧ должен нормально функционировать при следующих климатических факторах:

- высота над уровнем моря не более 1000 м;
- температура воздуха, окружающего электродвигатель от нуля до плюс 40 °С, температура дна аппаратной коробки не более 55 °С;
- относительная влажность воздуха 98% при температуре плюс 25 °С;
- воздух внутри аппаратной коробки электродвигателя не должен содержать взрывоопасных и агрессивных газов в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, и не должен быть насыщен токопроводящей пылью.

7.2 ПЧ должны быть механически устойчивыми и прочными в соответствии с требованиями ГОСТ 17516.1. Группа условий эксплуатации ПЧ в части воздействия механических факторов – М3 по ГОСТ 17516.1.

7.3 Живучесть ПЧ должна обеспечиваться применением негорючих (трудногораемых) и не способствующих распространению огня конструкционных материалов, смазок и лакокрасочных покрытий, необходимым резервированием составных частей.

8 Требования надежности

ПЧ должен иметь следующие показатели надежности:

- наработка на отказ должна быть не менее 50 000 часов;
- срок службы должен быть не менее 5 лет.

9 Документация

В комплект поставки должна входить следующая документация:

- паспорт ПЧ;
- руководство по эксплуатации;
- руководство по ремонту;
- ведомость ЗИП на средний ремонт;
- электромонтажный чертеж ПЧ достаточный для монтажа элементов ПЧ в аппаратную коробку;
- сборочный чертеж для сборки ПЧ в аппаратной коробке;
- спецификация ПЧ.
- каталог запчастей и материалов.

Документация должна быть в бумажном варианте и на электронном носителе и выполнена в соответствии с действующими стандартами ЕСКД, в том числе, но не исключительно: ГОСТ 2.102, ГОСТ Р 2.105, ГОСТ Р 2.106, ГОСТ Р 2.610, ГОСТ 2.114 и др.

10 Гарантийные обязательства

Гарантийный срок эксплуатации ПЧ – 24 месяца с момента ввода в эксплуатацию, но не более 36 месяцев с момента поставки.