

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-техническая компания ПРИБОРЭНЕРГО»

**Устройство защиты электродвигателя
МРУ40**

Паспорт
Руководство по эксплуатации
ТЛСП.421254.004ПСРЭ

Оглавление

1	Основные сведения об изделии.....	3
2	Технические характеристики	4
3	Комплектность.....	5
4	Сроки службы и хранения, гарантии изготовителя.....	5
5	Устройство и работа.....	5
6	Индикация и сигнализация.....	10
7	Обмен данными.....	10
8	Настройка.....	12
9	Сторожевые таймеры.....	15
10	Сброс на заводские настройки.....	15
11	Требования безопасности.....	15
12	Обслуживание.....	15
13	Условия транспортирования.....	16
14	Условия хранения и утилизации.....	16
15	Свидетельство о приемке.....	16
	Приложение А (обязательное) Схема подключения.....	17
	Приложение Б (обязательное) Лицевая панель устройства.....	18
	Приложение В (обязательное) Габаритные размеры.....	19
	Приложение Г (обязательное) Карта регистров ModBus.....	20
16	Лист регистрации изменений.....	31

Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с принципом работы устройства защиты асинхронных электродвигателей, обеспечения их правильной эксплуатации и рассчитано на квалифицированный электротехнический персонал, прошедший специальную подготовку по техническому использованию и обслуживанию силовой и микроэлектронной полупроводниковой техники, имеющий квалификацию инженера-электрика или инженера-электромеханика.

ДОПУСК К ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЮ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ МРУ40 СПЕЦИАЛИСТОВ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ ЗАПРЕЩЕН.

Надежность и долговечность работы устройств защиты электродвигателей обеспечивается правильной их эксплуатацией, поэтому соблюдение всех требований, изложенных в настоящем руководстве, обязательно.

Изготовитель оставляет право за собой вносить изменения, не ухудшающие качество устройств защиты электродвигателей МРУ40 (далее – УЗД МРУ40).

1 Основные сведения об изделии

1.1 Устройство защиты двигателя МРУ40 предназначено для защиты трехфазных электродвигателей переменного тока.

Оно осуществляет контроль сопротивления изоляции, электрических и тепловых параметров двигателя и воздействует на внешнее коммутационное устройство посредством выходного реле, осуществляющего включение и отключение питания двигателя.

Устройство является многофункциональным и оснащено интерфейсом связи ModBus RTU, предназначенным для мониторинга параметров, контроля состояний, настройки режимов работы и управления выходным реле в пределах, предусмотренных эксплуатационной документацией.

1.1.1 Основные функции устройства:

- а) контроль электрических параметров электродвигателя;
- б) настройка и управление защиты;
- в) передача измеренных параметров по протоколу ModBus RTU;
- г) индикация текущих состояний и аварийных сигналов с помощью светодиодов.

1.1.2 Измеряемые значения:

- а) линейное и фазное напряжение;
- б) линейный и фазный ток;
- в) сопротивление термопары;
- г) сопротивление изоляции обмоток.

1.1.3 Настройка и управление устройства:

- а) регулировка параметров для расчетов и управления системой;
- б) регулировка параметров настроек ModBus;
- в) выбор режима работы устройства;
- г) ручное управление реле.

1.1.4 Защитные функции – защита:

- а) от перегрузки по току;
- б) от асимметрии фазных токов;
- в) от потери нагрузки (сухой ход);
- г) от токов короткого замыкания;
- д) от нарушения чередования и слипания фаз;
- е) защита от обрыва фазы;
- и) от работы при превышенном и пониженном напряжении;
- к) от асимметрии фазных напряжений;
- л) от перегрева;
- м) по сопротивлению изоляции обмоток электродвигателя.

2 Технические характеристики

Технические характеристики УЗД МРУ40 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики

Параметр	Значение
Номинальное напряжение питающей сети, В	3x230
Рабочий диапазон напряжения питания, В	80...400
Частота питающего напряжения, Гц	45...65
Потребляемая мощность, не более, Вт	3,5
Диапазон измерения напряжения, В	80...400
Диапазон измерения тока, А	0...70
Сопротивление изоляции обмоток, МОм	0,5
Диапазон уставки асимметрии фазных напряжений, В	25...80
Диапазон задержки отключения при асимметрии напряжения, с	1...20
Диапазон уставки повышенного напряжения, В	150...260
Диапазон уставки пониженного напряжения, В	80...200
Асимметрия фазных токов, в процентах (%)	25
Диапазон уставки номинального тока, А	0...50
Диапазон уставки повышенного тока, А	1...70
Диапазон уставки пониженного тока, А	0...70
Диапазон уставки времени отключения при потере нагрузки	1...10
Погрешность измерения напряжения, не более, в процентах (%)	2
Погрешность измерения тока, не более, в процентах (%)	2
Задержка повторного запуска электродвигателя (Ton), с	1...600
Задержка отключения при перегрузке по току (Toff)	токовременная характеристика (таблица 2)
Задержка отключения при коротком замыкании, с	0,1
Задержка отключения при нарушении чередования и слипания фаз, с	0,1
Задержка отключения при обрыве фазы, с	0,1
Задержка отключения при асимметрии фазных токов, с	4
Задержка отключения при потере нагрузки, с	5
Задержка отключения при падении напряжения, с	5
Задержка отключения при повышении напряжения, с	0,5

Окончание таблицы 1

Параметр	Значение
Диаметр сквозного отверстия встроенного трансформатора, мм	4,5
Протокол обмена	Modbus RTU
Скорость обмена, бит/с	1200 - 230400
Физический интерфейс связи	RS-485
Напряжение изоляции питание-связь, кВ	3
Напряжение изоляции вых. реле-связь, кВ	3
Степень защиты корпуса	IP20
Температура окружающего воздуха, °С	- 40...+ 55
Температура хранения, °С	- 50...+ 60
Масса, не более, кг	0,26
Габаритные размеры, мм	107x91x58

3 Комплектность

УЗД МРУ40

___ шт.

Упаковка

1 шт.

Паспорт

1 экз. на партию.

4 Сроки службы и хранения, гарантии изготовителя

Режим работы

непрерывный.

Гарантийный срок эксплуатации

36 месяцев с даты продажи.

Срок хранения

24 месяца с даты продажи.

Назначенный срок службы 10 лет при условии проведения требуемого технического обслуживания.

Если дату продажи установить невозможно, то гарантийный срок исчисляется с даты его изготовления.

Претензии не принимаются при нарушении условий эксплуатации, при механических и термических повреждениях корпуса устройства защиты электродвигателя МРУ40 или нарушении целостности гарантийной наклейки.

5 Устройство и работа

УЗД МРУ40 в процессе работы осуществляет непрерывное измерение электрических параметров электродвигателя и питающей сети, включая действующие значения токов и напряжений.

На основе измеренных параметров микроконтроллер выполняет их обработку и сравнение с установленными уставками.

При выявлении аварийных или недопустимых режимов работы электродвигателя формируется команда на отключение, в результате чего контакт исполнительного реле размыкается и электродвигатель отключается от питающей сети.

Одновременно с выполнением защитных функций устройство обеспечивает передачу измеренных параметров, текущих состояний и информации о срабатывании защит по интерфейсу связи ModBus RTU. Передача данных используется для мониторинга работы электродвигателя, дистанционного контроля и интеграции устройства в системы автоматизации.

После устранения причины аварии восстановление работы электродвигателя осуществляется в соответствии с заданным режимом работы и настройками устройства.

5.1 Защита от потери нагрузки

Защита от потери нагрузки предназначена для предотвращения работы электродвигателя при отсутствии механической нагрузки, в том числе для защиты насосных агрегатов от режима «сухого хода».

Устройство контролирует величину рабочего тока электродвигателя. При снижении тока ниже установленного пользователем порогового значения формируется команда на отключение электродвигателя.

Отключение осуществляется с выдержкой времени в диапазоне от 1 до 10 с, значение которой устанавливается пользователем. По истечении выдержки времени контакт исполнительного реле размыкается и электродвигатель отключается от питающей сети.

5.2 Защита от перегрева электродвигателя

Защита от перегрева электродвигателя реализована на основе контроля температуры обмоток с использованием датчиков температуры, встроенных в обмотку электродвигателя.

В качестве датчиков температуры применяются термисторы с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ПТС). Датчики подключают к клеммам 8 и 9 устройства, согласно приложению А (рисунок А.1).

При увеличении сопротивления датчиков температуры свыше 1,5 кОм УЗД МРУ40 формирует команду на отключение электродвигателя, в результате чего контакт исполнительного реле размыкается и электродвигатель отключается от питающей сети.

После охлаждения электродвигателя сопротивление датчиков температуры снижается, и при выполнении условий повторного включения разрешается запуск электродвигателя.

5.3 Защита от повреждения изоляции обмоток

Защита от повреждения изоляции обмоток электродвигателя предназначена для предотвращения запуска электродвигателя при снижении сопротивления изоляции ниже допустимого значения.

Проверка сопротивления изоляции выполняется перед запуском электродвигателя. Для корректной работы защиты токопроводящий корпус электродвигателя должен быть подключён к цепям защитного заземления или

зануления.

На клемму 7 устройства защиты электродвигателей МРУ40 подаётся напряжение одной из фаз питающей сети, согласно приложению А (рисунок А.1).

Устройство защиты электродвигателей МРУ40 измеряет сопротивление изоляции между данной клеммой и корпусом электродвигателя.

ПРИ СНИЖЕНИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ МЕНЕЕ 0,5 МОМ ЗАПУСК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

5.4 Защита от перегрузки по току

Защита от перегрузки по току предназначена для отключения электродвигателя при превышении действующих значений фазных токов относительно установленного номинального тока. Контроль токов осуществляется микропроцессорным устройством на основании измерений фазных токов электродвигателя.

Алгоритм защиты реализован по токовременной характеристике с обратной зависимостью времени отключения от величины превышения номинального тока. Формирование выдержки времени и принятие решения об отключении выполняются программно.

Номинальный ток электродвигателя, используемый в расчётах токовременной характеристики, задаётся пользователем в настройках устройства. Диапазон задания номинального тока составляет до 50 А. Диапазон измеряемых фазных токов ограничен максимальным значением 75 А.

При задании номинального тока, близкого к верхнему пределу диапазона, работа токовременной характеристики ограничивается возможностями измерительного тракта. В этом случае реализация участков характеристики, соответствующих кратностям тока, превышающим измерительный диапазон устройства защиты электродвигателей МРУ40, не обеспечивается.

При достижении или превышении измеряемого тока значения 75 А устройство защиты электродвигателей МРУ40 осуществляет отключение электродвигателя независимо от выбранной токовременной характеристики и установленного номинального тока.

Выбор токовременной характеристики осуществляется пользователем и определяет зависимость времени отключения от превышения номинального тока в пределах измерительного диапазона.

Параметры характеристик приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения токовременной характеристики

Кратность перегрузки / Токовременная хар-ка	1,13	1,2	1,29	2	2,5	3	3,5	4	5	6	10	20	Ед. изм.
0	300	30	15	6	5	3	2,8	2,4	2	1	0,1	0,05	с
1	466,65	93,35	30	8,65	6,9	4,55	4,3	3,5	2,3	1,1	0,1	0,05	с

Окончание таблицы 2

Кратность перегрузки Токовременная хар-ка	1,13	1,2	1,29	2	2,5	3	3,5	4	5	6	10	20	Ед. изм.
2	633,35	156,7	45	11,35	8,75	6,1	5,75	4,55	2,7	1,2	0,1	0,05	с
3	800	220	60	14	10,65	7,7	7,2	5,6	3	1,3	0,1	0,05	с
4	966,7	283,3	75	16,65	12,55	9,2	8,7	6,65	3,3	1,45	0,1	0,05	с
5	1133,3	346,7	90	19,35	14,45	10,8	10,1	7,7	3,7	1,55	0,1	0,05	с
6	1300	410	105	22	16,35	12,3	11,6	8,8	4	1,65	0,1	0,05	с
7	1466,7	473,3	120	24,65	18,2	13,9	13,1	9,85	4,3	1,8	0,1	0,05	с
8	1633,3	536,7	135	27,35	20,1	15,4	14,5	10,9	4,7	1,9	0,1	0,05	с
9	1800	600	150	30	22	17	16	12	5	2	0,1	0,05	с

Информация о текущих значениях тока, состоянии защиты и факте её срабатывания передаётся по интерфейсу связи ModBus RTU.

5.5 Защита от короткого замыкания

Защита от короткого замыкания предназначена для быстрого отключения электродвигателя при возникновении аварийных режимов, сопровождающихся резким увеличением тока.

УЗД МРУ40 осуществляет контроль действующих значений токов электродвигателя.

При превышении тока значения, равного десятикратному установленному номинальному току, формируется команда аварийного отключения.

Отключение электродвигателя осуществляется за время, не более, 0,1 с, после чего контакт исполнительного реле размыкается и электродвигатель отключается от питающей сети.

После срабатывания защиты от короткого замыкания повторное включение электродвигателя запрещается до устранения причины аварии и выполнения процедуры восстановления работоспособности устройства.

5.6 Защита от асимметрии фазных токов

Защита от асимметрии фазных токов предназначена для предотвращения повреждения электродвигателя при неравномерной нагрузке фаз или обрыве фазного проводника.

УЗД МРУ40 измеряет действующие значения токов в каждой фазе электродвигателя.

При возникновении асимметрии фазных токов, более, 25 % формируется команда аварийного отключения.

Отключение электродвигателя осуществляется за время не более 4 с, после чего контакт исполнительного реле размыкается и электродвигатель отключается от питающей сети.

ПОСЛЕ СРАБАТЫВАНИЯ ЗАЩИТЫ ПОВТОРНЫЙ ЗАПУСК
ТЛСП.421254.004ПСРЭ

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

Повторное включение разрешается после устранения причины неисправности и выполнения процедуры сброса устройства.

5.7 Защита от асимметрии фазных напряжений

Защита от асимметрии фазных напряжений предназначена для предотвращения работы электродвигателя при недопустимом перекосе напряжений питающей сети.

УЗД МРУ40 измеряет действующие значения фазных напряжений.

При превышении установленного пользователем порога асимметрии напряжений в диапазоне от 25 до 80 В формируется команда на отключение электродвигателя.

Отключение электродвигателя осуществляется с выдержкой времени 5 с. Значения порога асимметрии и параметры защиты устанавливаются пользователем при подключении устройства к персональному компьютеру.

После восстановления симметрии напряжений повторное включение электродвигателя разрешается по истечении времени повторного включения, установленного параметром Top.

5.8 Защита от повышенного и пониженного напряжения

Защита от повышенного и пониженного напряжения предназначена для предотвращения работы электродвигателя при отклонении напряжения питающей сети от допустимых значений.

При понижении напряжения ниже установленного порога электродвигатель отключается от питающей сети с выдержкой времени 5 с.

При повышении напряжения выше установленного порога отключение осуществляется с выдержкой времени 0,5 с.

Верхний и нижний пороги напряжения устанавливаются пользователем при подключении УЗД МРУ40 к персональному компьютеру.

После восстановления напряжения в допустимых пределах повторное включение электродвигателя разрешается по истечении времени Top.

При обрыве одной или нескольких фаз питающей сети осуществляется ускоренное отключение электродвигателя за время не более 0,1 с.

5.9 Защита от нарушения чередования и слипания фаз

Защита от нарушения чередования фаз и их слипания предназначена для предотвращения повреждения электродвигателя при неправильном подключении или аварийных режимах питающей сети.

При нарушении чередования фаз или их слипании УЗД МРУ40 формирует команду на отключение электродвигателя.

Отключение осуществляется за время не более 0,1 с, после чего контакт исполнительного реле размыкается и электродвигатель отключается от питающей сети.

Повторное включение электродвигателя разрешается по истечении времени Top.

6 Индикация и сигнализация

Для отображения текущего состояния УЗД МРУ40 и видов аварийных режимов на лицевой панели предусмотрены пять светодиодных индикаторов, которая приведена в приложении Б (рисунок Б.1).

Назначение светодиодов и режимы их индикации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Назначение светодиодов и режимы их индикации

Состояние устройства/ вид аварии	Номер светодиода	Цвет	Режим индикации
Нормальный режим работы, аварии отсутствуют	1	Зеленый	Свечение с кратковременным морганием
Перегрев электродвигателя	2	Желтый	Быстрое мигание
Повреждение изоляции обмоток	2	Желтый	Медленное мигание
Нарушение чередования или слипания фаз	2	Желтый	Тройное мигание
Асимметрия фазных напряжений	3	Желтый	Быстрое мигание
Повышенное или пониженное напряжение	3	Желтый	Медленное мигание
Короткое замыкание	4	Красный	Быстрое мигание
Перегрузка по току	4	Красный	Медленное мигание
Асимметрия фазных токов	4	Красный	Двойное мигание
Потеря нагрузки	4	Красный	Тройное мигание
Ожидание включения (отсчет времени включения Top)	2, 3	Желтые	Непрерывное свечение
Требуется сброс устройства	5	Красный	Быстрое мигание

7 Обмен данными

Модуль выполняет обмен данными по интерфейсу RS-485 согласно принципу Master – Slave (ведущий – ведомый).

Этот принцип обмена данными подразумевает наличие в сети единственного Master-устройства (обычно таким устройством является контроллер или персональный компьютер или ноутбук (далее – ПК), которое последовательно опрашивает Slave-устройства (модули ввода-вывода, панели оператора, частотные преобразователи и т.д.).

При этом Slave-устройство не является инициатором обмена, т.е. оно только отвечает на полученные запросы от Master-устройства.

7.1 Регистры мониторинга и идентификационные данные

Для обмена информацией с внешними системами верхнего уровня и программным обеспечением персонального компьютера УЗД МРУ40 предоставляет набор регистров ModBus RTU, предназначенных для мониторинга измеряемых значений, отображения текущих состояний и аварий, а также считывания идентификационных данных изделия.

Все регистры, описанные в данном разделе, являются регистрами только для чтения. Описание регистров приведено в приложении В (таблица В.2).

7.2 Регистры измеряемых значений

В регистрах измеренных значений содержатся текущие значения напряжений и токов, измеряемые устройством в реальном времени.

Значения передаются в виде целых чисел в масштабе $\times 10$ (1 младший разряд соответствует 0,1 единицы измерения).

В данной области регистров доступны следующие измеренные значения:

- линейное напряжение;
- напряжения фаз А, В и С;
- линейный ток;
- токи фаз А, В и С.

Все перечисленные параметры присутствуют одновременно и доступны для считывания независимо от режима работы УЗД МРУ40.

Регистры данной области предназначены только для мониторинга; запись запрещена, приведены в приложении Г (таблица Г.2, регистры 0–7).

7.3 Регистры состояний и аварий

Регистры состояний и аварий предназначены для информирования пользователя и внешних систем о текущем состоянии УЗД МРУ40 и выявленных аварийных режимах работы.

Каждому состоянию или аварии соответствует отдельный регистр, значение которого может принимать:

- а) 0 – состояние отсутствует;
- б) 1 – состояние активно.

Регистры расположены последовательно и отражают следующие состояния:

- а) нормальное состояние устройства;
- б) ожидание включения (отсчёт времени Ton);
- в) короткое замыкание;
- г) повреждение изоляции обмоток;
- д) перегрев электродвигателя;
- е) перегрузка по току;
- и) нарушение чередования или слипание фаз;
- к) асимметрия фазных токов;
- л) асимметрия фазных напряжений;
- м) повышенное или пониженное напряжение;
- н) потеря нагрузки;
- п) необходимость выполнения сброса.

Данные регистры логически связаны с индикацией светодиодов на лицевой панели УЗД МРУ40 и позволяют полностью определить текущее состояние и причину срабатывания защиты при удалённом мониторинге, согласно данным, приведённым в приложении В (таблица В.2, регистры 8–19).

7.4 Идентификационные и заводские регистры

Идентификационные регистры предназначены для хранения постоянной

информации об изделии и программном обеспечении.

Данные регистры используются для идентификации УЗД MPU40 и не влияют на его работу.

В данной области содержатся следующие данные:

- а) серийный номер изделия (числовое значение, два регистра: старший и младший);
- б) версия программного обеспечения (числовое значение, два регистра: старший и младший);
- в) дата компиляции программного обеспечения (числовое значение, два регистра: старший и младший);
- г) имя модуля;
- д) тип микроконтроллера;
- и) имя компьютера, на котором выполнена сборка;
- к) имя пользователя, выполнившего сборку.

Строковые данные передаются в формате ASCII, размещаются последовательно в группе регистров и доступны только для чтения, приведены в приложении В (таблица В.2, регистры 50–87).

8 Настройка

Для настройки модуля необходимо соединить интерфейс RS-485 модуля с преобразователем USB/RS-485 и подключить преобразователь к ПК.

Настройку модуля выполняют путём изменения значений конфигурационных регистров по протоколу ModBus с использованием любого ПО для ПК (*например, «ModBus Poll»*).

В ходе настройки необходимо установить параметры интерфейса RS-485: скорость обмена, количество стоп-битов в посылке, тип контроля чётности слова данных и адрес модуля – согласно данным, приведённым в приложении В (таблица В.1, регистры 40, 42, 44). Настройки вступают в силу после перезагрузки устройства.

Заводские настройки интерфейса RS-485 модуля (настройки по умолчанию):

- 1) скорость обмена – 115200 бит/с;
- 2) длина слова данных – 8 бит;
- 3) количество стоп-битов – 1;
- 4) контроль чётности – отсутствует;
- 5) адрес модуля – 1.

8.1 Параметры контроля напряжения и тока

В УЗД MPU40 предусмотрена настройка параметров контроля напряжения питающей сети и тока электродвигателя согласно данным, приведённым в приложении В (таблица В.1, регистры 4,5,7,8).

Пользователем задаются значения верхнего и нижнего пределов напряжения питающей сети.

Диапазон установки верхнего предела напряжения составляет от 100 до 260 В,

нижнего предела – от 80 до 230 В. Значения параметров вводятся в виде целых чисел, умноженных на 10, что обеспечивает задание напряжения с дискретностью 0,1 В.

Заводские значения параметров контроля напряжения:

- а) верхний предел напряжения – 260 В;
- б) нижний предел напряжения – 80 В.

В УЗД МРУ40 предусмотрена настройка нижнего порога тока электродвигателя, используемого для контроля наличия тока и состояния цепей измерения.

Диапазон установки нижнего порога тока составляет от 0 до 49 А. Значение параметра вводится в виде целого числа, умноженного на 10, что обеспечивает задание тока с дискретностью 0,1 А.

Заводское значение нижнего порога тока – 1 А.

В УЗД МРУ40 предусмотрена настройка времени отключения электродвигателя при потере нагрузки.

Время отключения при потере нагрузки устанавливается пользователем в диапазоне от 1 до 10 с.

Заводское значение времени отключения при потере нагрузки – 5 с.

Для реализации функций защиты от перегрузки по току в УЗД МРУ40 предусмотрена настройка номинального тока электродвигателя.

Номинальный ток используется в качестве базового значения при формировании токовременных характеристик защиты.

Диапазон установки номинального тока составляет от 0 до 50 А. Значение параметра вводится в виде целого числа, умноженного на 10, что обеспечивает задание тока с дискретностью 0,1 А.

Заводское значение номинального тока – 5 А.

Контроль токов электродвигателя осуществляется в пределах измерительного диапазона УЗД МРУ40. Ограничения, связанные с максимальным измеряемым значением тока, приведены в 5.4 настоящего документа.

8.2 Время повторного включения

В УЗД МРУ40 предусмотрена настройка времени повторного включения электродвигателя (T_{on}), применяемого для всех видов защит согласно данным, приведенным в приложении В (таблица В.1, регистр 2).

Диапазон установки времени T_{on} составляет от 1 до 600 с.

Заводское значение времени T_{on} – 10 с.

8.3 Токовременная характеристика защиты от перегрузки

Пользователем выбирается тип токовременной характеристики защиты от перегрузки по току согласно данным, приведенным в приложении В (таблица В.1, регистр 3).

Выбор характеристики осуществляется в диапазоне от 0 до 9 в соответствии с токовременными характеристиками приведенными в таблице 2.

Заводское значение – характеристика 2.

8.4 Защита от асимметрии фазных напряжений

Для защиты от асимметрии фазных напряжений настраиваются следующие параметры:

- а) пороговое значение асимметрии напряжений, при котором формируется аварийное состояние;
- б) время отключения электродвигателя при превышении установленного порога.

Порог асимметрии напряжений устанавливается в диапазоне от 25 до 80 В.

Значение параметра вводится в виде целого числа, умноженного на 10, согласно данным, приведённым в приложении В (таблица В.1, регистры 9-10).

Время отключения при асимметрии напряжений устанавливается в диапазоне от 1 до 20 с.

Заводские значения:

- а) порог асимметрии напряжений – 25 В;
- б) время отключения – 6 с.

8.5 Режим фиксации срабатывания защиты

В УЗД МРУ40 предусмотрен режим фиксации срабатывания защиты.

В стандартном режиме работы повторное включение электродвигателя выполняется автоматически после восстановления контролируемых параметров до допустимых значений, за исключением аварий по короткому замыканию, перегрузке по току и асимметрии тока, при которых требуется выполнение сброса.

При включённом режиме фиксации срабатывания защиты повторное включение электродвигателя после срабатывания любой защиты возможно только после снятия фиксации (сброса): нажатием кнопки на лицевой панели или записью команды сброса в соответствующий регистр по интерфейсу ModBus RTU, согласно данным приведённым в приложении Г (таблица Г.1, регистр 11).

8.6 Выбор контролируемых аварий

УЗД МРУ40 поддерживает контроль девяти аварийных состояний.

Пользователь может выбрать, какие виды аварийных состояний подлежат контролю. Аварийные состояния, отключённые пользователем, не учитываются при формировании команды на отключение электродвигателя в автоматическом режиме управления реле.

Заводская настройка предусматривает контроль всех аварийных состояний, согласно данным, приведённым в приложении В (таблица В.1, регистры 25-33).

8.7 Калибровка аналого-цифрового преобразователя

В УЗД МРУ40 предусмотрена возможность калибровки аналого-цифрового преобразователя.

Для выполнения калибровки используются четыре конфигурационных регистра:

- а) регистр команды калибровки;
- б) регистр установки смещения;

- в) регистр установки коэффициента преобразования;
- г) регистр выбора канала аналого-цифрового преобразователя.

Подробный порядок выполнения калибровки аналого-цифрового преобразователя приводится в отдельной эксплуатационной документации.

9 Сторожевые таймеры

В ходе эксплуатации УЗД МРУ40 по различным причинам (электромагнитные помехи и др.) могут происходить сбои в работе модуля.

Для отслеживания указанных сбоев применен сторожевой таймер.

Сторожевой таймер, встроенный в микроконтроллер модуля, отслеживает время цикла выполнения программы микропроцессора.

При «зависании» программы происходит превышение времени выполнения программы над установленным значением, что вызывает срабатывание сторожевого таймера.

10 Сброс на заводские настройки

В УЗД МРУ40 предусмотрена функция восстановления заводских настроек.

После включения питания запускается отсчёт времени длительностью 5 с, в течение которого может быть выполнена команда сброса на заводские настройки.

Сброс на заводские настройки можно выполнить одним из следующих способов:

- а) нажатием кнопки сброса на лицевой панели УЗД МРУ40;
- б) записью команды сброса в соответствующий регистр по интерфейсу ModBus RTU, согласно приложению Г (таблица Г.1, регистр 15).

По завершении процедуры сброса в устройстве устанавливаются заводские значения параметров настройки и уставок защит.

Параметры интерфейса ModBus RTU (адрес устройства, скорость обмена, формат кадра и контроль чётности) при выполнении сброса применяются только после перезагрузки устройства. До перезагрузки устройство продолжает обмен с ранее действующими параметрами интерфейса.

11 Требования безопасности

При соблюдении требований настоящего руководства по эксплуатации УЗД МРУ40 не представляет опасности для жизни и здоровья потребителя не причиняет вред его имуществу и окружающей среде.

Монтаж устройства защиты электродвигателя МРУ40 необходимо осуществлять в обесточенном состоянии квалифицированному электротехническому персоналу, имеющему соответствующий допуск.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПОДЛЕЖИТ ЗАМЕНЕ УЗД МРУ40 С ПОВРЕЖДЕНИЕМ КОРПУСА, КЛЕММ ИЛИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ.

12 Обслуживание

Техническое обслуживание должны проводить лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

Техническое обслуживание заключается в осмотре внешнего вида, устранении причин, вызывающих ошибки в работе и удалении пыли и грязи с клеммника устройства защиты электродвигателя МРУ40.

Осмотр рекомендуется проводить не реже одного раза в 6 месяцев, при этом проверять надежность крепления устройства защиты электродвигателя МРУ40 на месте эксплуатации, состояние винтовых соединений, кабельных линий.

13 Условия транспортирования

Транспортирование устройства защиты электродвигателя МРУ40 разрешается любым видом крытого транспорта, обеспечивающим предохранение упакованных устройств от механических повреждений.

14 Условия хранения и утилизации

Хранение устройства необходимо осуществлять в упаковке изготовителя в крытых сухих помещениях при температуре окружающего воздуха от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По истечении срока службы УЗД МРУ40 утилизировать, как бытовые отходы.

УЗД МРУ40 по классу опасности отходов соответствует V классу (практически неопасные отходы).

15 Свидетельство о приемке

УЗД МРУ40 изготовлено в соответствии с действующей технической документацией и признано пригодным для эксплуатации.

Подпись лица, ответственного за приемку:

_____ (_____).

Дата: _____ 20__ г.

МП

Приложение А (обязательное)

Схема подключения

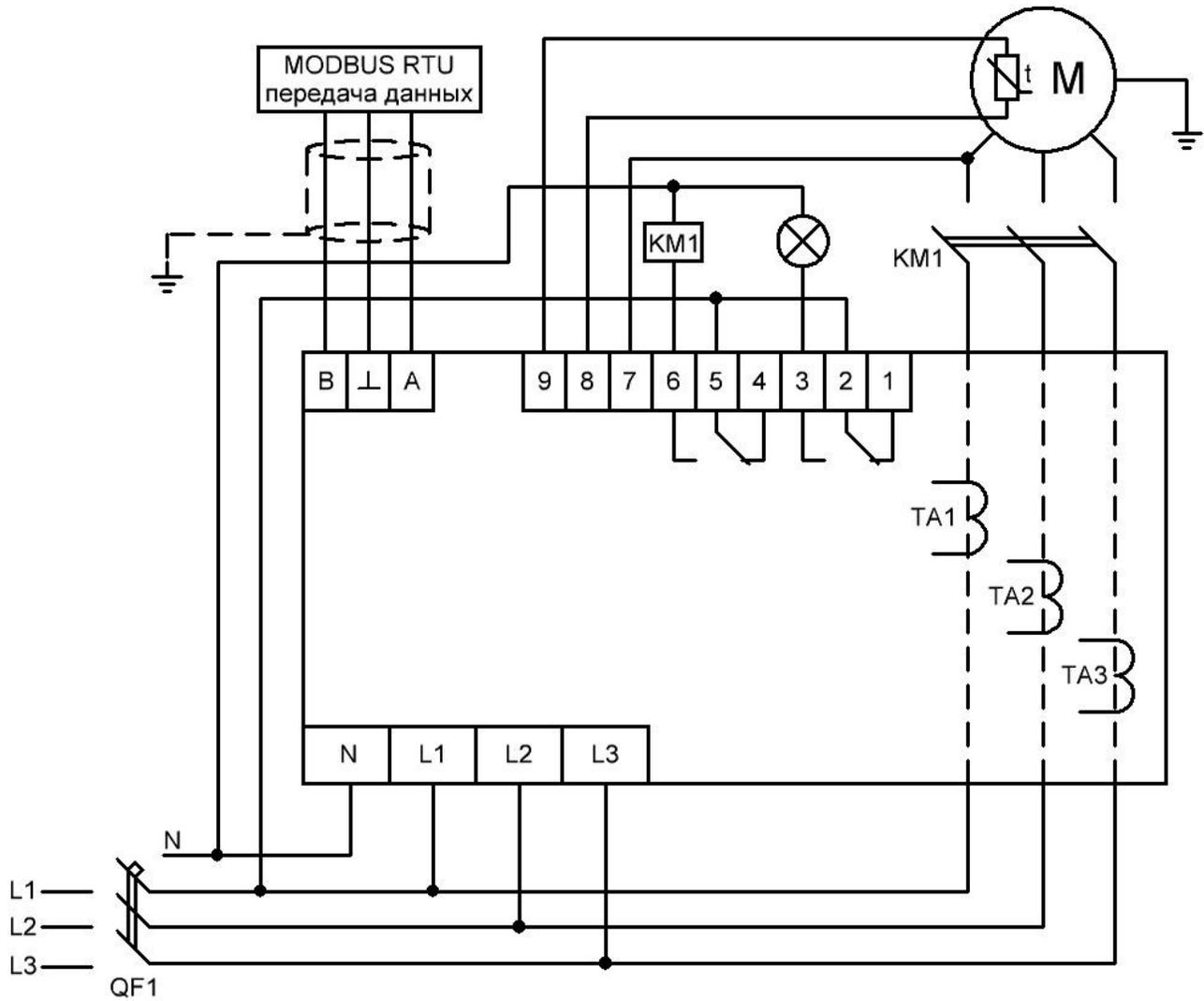


Рисунок А.1 – Схема подключения

Приложение Б
(обязательное)

Лицевая панель устройства

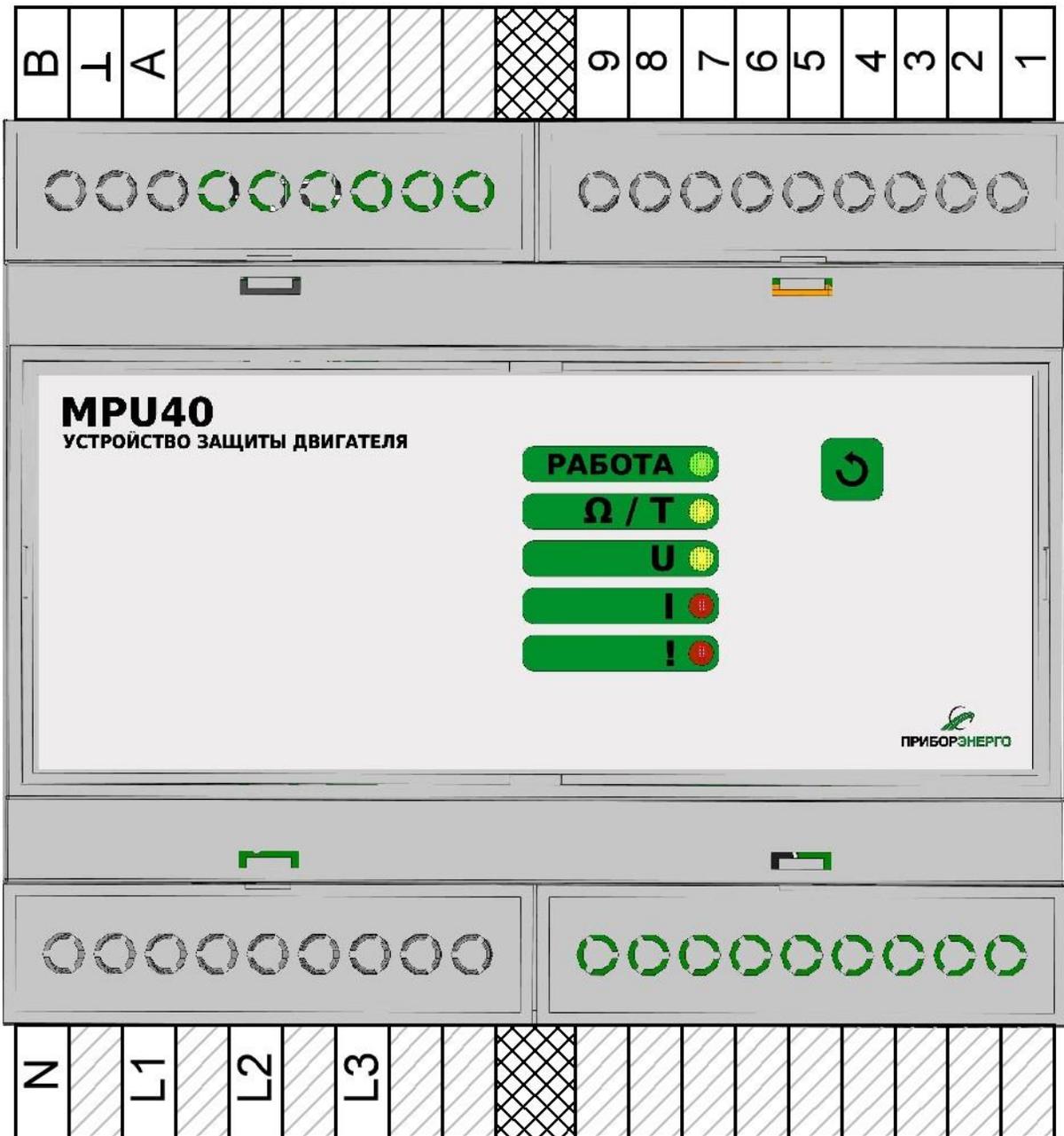


Рисунок Б.1 – Лицевая панель устройства

**Приложение В
(обязательное)**

Габаритные размеры

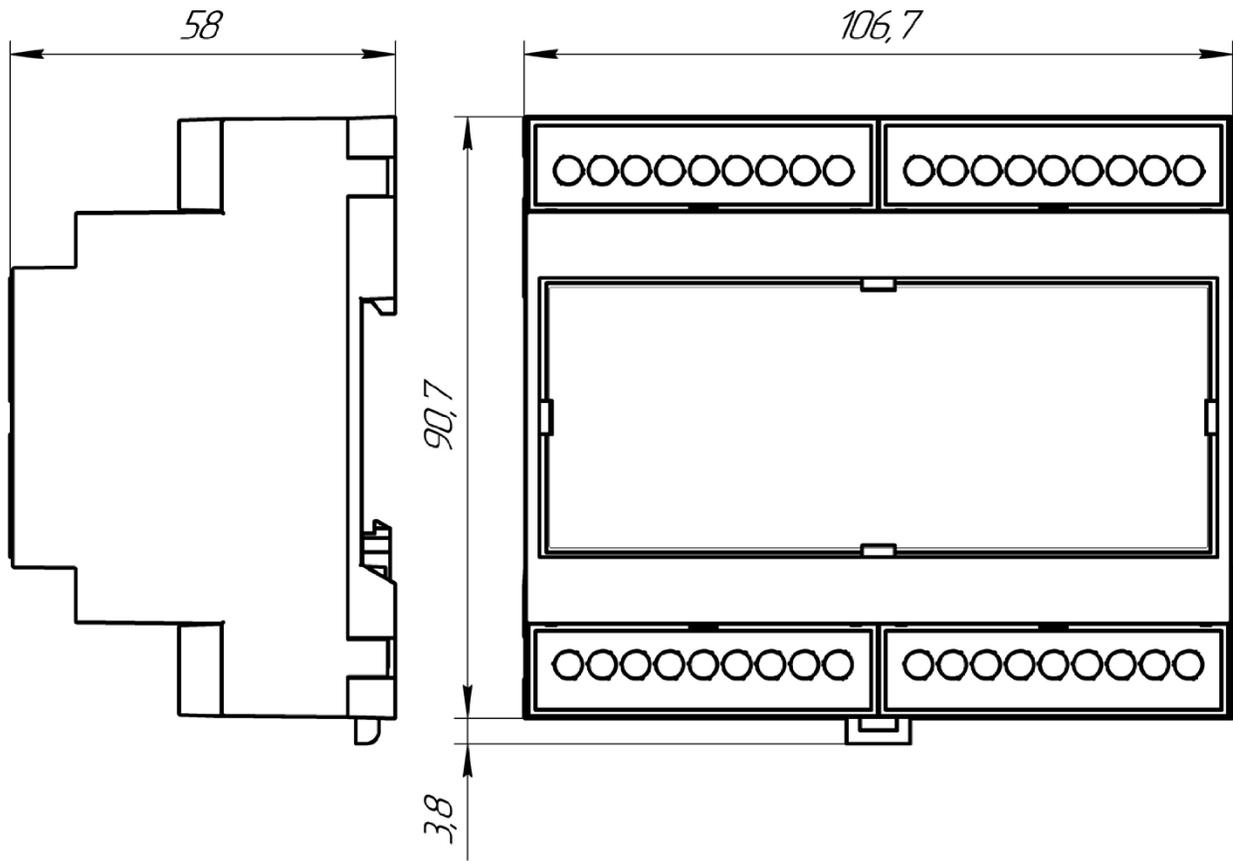


Рисунок В.1 – Габаритные размеры УЗД МРУ40

Приложение Г (обязательное)

Карта регистров ModBus

Таблица Г.1 – Карта регистров чтения и записи ModBus модуля

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
0	Серийный номер (старший байт)	03	06, 16	0000h–FFFFh Содержит старшую часть серийного номера устройства Значение задаётся на заводе-изготовителе и в дальнейшем не изменяется (не подлежит перезаписи)
1	Серийный номер (младший байт)	03	06, 16	0000h–FFFFh Содержит младшую часть серийного номера устройства Значение задаётся на заводе-изготовителе и в дальнейшем не изменяется (не подлежит перезаписи)
2	Время задержки включения двигателя	03	06, 16	0001h–0258h Устанавливает время задержки включения двигателя в диапазоне от 1 до 600 с при отсутствии аварийных блокировок Отсчёт времени начинается после подачи команды запуска
3	Выбор токовременной характеристики защиты	03	06, 16	0000h–0009h Задаёт номер токовременной характеристики защиты в диапазоне от 0 до 9 Выбранная характеристика определяет зависимость времени срабатывания защиты от величины тока перегрузки
4	Номинальный ток двигателя	03	06, 16	0000h–01F4h Задаёт значение номинального тока двигателя в диапазоне от 0,0 до 50,0 А Числовое значение регистра интерпретируется с коэффициентом пересчёта 0,1 А на единицу кода (<i>например, значение 253 соответствует 25,3 А</i>)

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
5	Минимальный ток защиты	03	06, 16	0000h–01EAh Задаёт значение номинального тока двигателя в диапазоне от 0,0 до 49,0 А Числовое значение регистра интерпретируется с коэффициентом пересчёта 0,1 А на единицу кода (<i>например, значение 253 соответствует 25,3 А</i>)
6	Время срабатывания защиты по потере нагрузки	03	06, 16	0001h–0014h Устанавливает выдержку времени срабатывания защиты по потере нагрузки в диапазоне от 1 до 10 с
7	Максимальное напряжение	03	06, 16	03E8h–0A28h Устанавливает значение максимального допустимого напряжения в диапазоне от 100,0 до 260,0 В Значение регистра задаётся с коэффициентом пересчёта 0,1 В на единицу кода (<i>например, значение 2300 соответствует 230,0 В</i>)
8	Минимальное напряжение	03	06, 16	0320h–08FCh Устанавливает значение минимального допустимого напряжения в диапазоне от 80,0 до 230,0 В Значение регистра задаётся с коэффициентом пересчёта 0,1 В на единицу кода (<i>например, значение 2100 соответствует 210,0 В</i>)
9	Асимметрия напряжения	03	06, 16	00FAh–0320h Задаёт порог срабатывания защиты по асимметрии линейных напряжений в диапазоне от 25,0 до 80,0 В Значение регистра интерпретируется с коэффициентом пересчёта 0,1 В на единицу кода (<i>например, значение 300 соответствует асимметрии 30,0 В между фазами</i>)
10	Время срабатывания защиты по асимметрии напряжения	03	06, 16	0001h–0014h Устанавливает выдержку времени срабатывания защиты по асимметрии линейных напряжений в диапазоне от 1 до 20 с

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
				Увеличение значения регистра приводит к увеличению времени задержки отключения при превышении заданного порога асимметрии
11	Режим ручного восстановления после аварии	03	06, 16	0000h–0001h Определяет алгоритм восстановления работы после возникновения аварийной ситуации: 0 – включен автоматический режим, при котором, возможно, автоматическое повторное включение 1 – включен режим ручного восстановления, при котором повторное включение допускается только после нажатия кнопки «Сброс» при отсутствии активных ошибок
12	Режим управления реле	03	06, 16	0000h–0002h Задаёт способ управления двумя выходными реле: 0 – оба реле управляются автоматически 1 – оба реле управляются вручную по одному регистр 2 – каждое реле управляется вручную своим регистром
13	Регистр управления реле 1	03	06, 16	0000h–0001h Используется для ручного управления реле: 0 – реле отключено 1 – реле включено При режиме 1 одновременно управляет реле 1 и реле 2 При режиме 2 управляет только реле 1 При режиме 0 не используется
14	Регистр управления реле 2	03	06, 16	0000h–0001h Используется для ручного управления реле 2 только при режиме 2: 0 – реле 2 отключено 1 – реле 2 включено При режимах 0 и 1 значение регистра игнорируется, состояние реле 2 определяется автоматикой

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
				устройства или регистром управления реле 1
15	Регистр сброса	03	06, 16	0000h–0001h Имитация нажатия кнопки «Сброс»: при записи значения 1 (команда 101) выполняется сброс аварий и блокировок, после обработки команды значение регистра автоматически возвращается в 0
16-24	Резерв			
25	Отключение защиты «Короткое замыкание»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
26	Отключение защиты «Повреждение изоляции»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
27	Отключение защиты «Перегрев»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
28	Отключение защиты «Перегрузка по току»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
29	Отключение защиты «Чередование/слипание фаз»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
30	Отключение защиты «Асимметрия токов»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
				срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
31	Отключение защиты «Асимметрия напряжений»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
32	Отключение защиты «Повышенное/пониженное напряжение»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
33	Отключение защиты «Потеря нагрузки»	03	06, 16	0000h–0001h Разрешает или запрещает срабатывание защиты по короткому замыканию: 0 – защита активна 1 – защита отключена
34-39	Резерв			
40	Адрес устройства ModBus	03	06, 16	0001h–00F7h Задаёт сетевой адрес устройства в сети ModBus в диапазоне от 1 до 247 Выбранный адрес не должен совпадать с адресами других устройств на линии
41	Резерв			
42	Скорость	03	06, 16	0000h–0008h Выбор скорости последовательного интерфейса: 0 – 1200 бит/с 1 – 2400 бит/с 2 – 4800 бит/с 3 – 9600 бит/с 4 – 19200 бит/с 5 – 38400 бит/с 6 – 57600 бит/с 7 – 115200 бит/с 8 – 230400 бит/с

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
43	Контроль четности	03	06, 16	0000h–0002h Выбор режима контроля четности: 0 – без контроля 1 – четный бит 2 – не четный бит
44	Стоп-бит	03	06, 16	0000h–0001h Выбор числа стоп-битов в кадре: 0 – один стоп-бит 1 – два стоп-бита
45-99	Резерв			
100	Команда калибровки АЦП	03	06, 16	0000h–0002h Выбор режима работы калибровки АЦП: 0 – режим «Выключено» (калибровка не выполняется); 1 – режим «Калибровка» (разрешено изменять регистры смещения и коэффициента) 2 – режим «Запись» (текущие значения смещения и коэффициента сохраняются и далее используются при всех расчетах измеренных значений После записи регистр автоматически сбрасывается в 0)
101	Смещение АЦП	03	06, 16	0000h–FFFFh Регистрация поправки по смещению для выбранного канала АЦП, изменяется только в режиме «Калибровка» диапазон –9999...9999 При этом значение регистра задается в тысячных долях (<i>например, 5000 соответствует + 0,5000; – 8888 соответствует – 0,8888</i>) Поправка автоматически учитывается при расчете измеренного значения
102	Коэффициент умножения АЦП	03	06, 16	0000h–03E7h Регистрация поправки по коэффициенту усиления для выбранного канала АЦП

Продолжение приложения Г

Окончание таблицы Г.1

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
				Изменяется только в режиме «Калибровка»; значение регистра после деления на 10 дает фактический коэффициент (<i>например, 15 соответствует 1,5</i>), который используется для пересчета результата измерения
103	Выбор канала АЦП	03	06, 16	0011h–0017h Определяет, к какому каналу АЦП относятся задаваемые смещение и коэффициент: 11 – канал напряжения по фазе А 12 – канал напряжения по фазе Б 13 – канал напряжения по фазе В 21 – канал тока по фазе А 22 – канал тока по фазе Б 23 – канал тока по фазе В калибровка всегда выполняется только для выбранного канала

Таблица Г.2 – Карта регистров чтения и записи ModBus модуля

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
0	Среднее линейное напряжение	04	-	0000h–FFFFh Регистр содержит текущее среднее значение линейного напряжения по трем фазам Значение предназначено только для чтения и передается с масштабированием $\times 10$ (единица кода соответствует 0,1 В)
1	Напряжение фазы А	04	-	0000h–FFFFh Регистр содержит текущее значение напряжения фазы А Значение доступно только для чтения и передается с масштабированием $\times 10$ (единица кода соответствует 0,1 В)
2	Напряжение фазы Б	04	-	0000h–FFFFh Регистр содержит текущее значение напряжения фазы В

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
				Значение доступно только для чтения и передается с масштабированием $\times 10$ (единица кода соответствует 0,1 В)
3	Напряжение фазы С	04	-	0000h–FFFFh Регистр содержит текущее значение напряжения фазы С Значение доступно только для чтения и передается с масштабированием $\times 10$ (единица кода соответствует 0,1 В)
4	Средний фазный ток	04	-	0000h–FFFFh Регистр содержит текущее среднее значение тока по трем фазам Значение доступно только для чтения и передается с масштабированием $\times 10$ (единица кода соответствует 0,1 А)
5	Ток фазы А	04	-	0000h–FFFFh Регистр содержит текущее значение тока фазы А Предназначен только для чтения и передается с масштабированием $\times 10$ (единица кода соответствует 0,1 А)
6	Ток фазы Б	04	-	0000h–FFFFh Регистр содержит текущее значение тока фазы Предназначен только для чтения и передается с масштабированием $\times 10$ (единица кода соответствует 0,1 А)
7	Ток фазы С	04	-	0000h–FFFFh Регистр содержит текущее значение тока фазы С Предназначен только для чтения и передается с масштабированием $\times 10$ (единица кода соответствует 0,1 А)
8-14	Резерв			
15	Состояние «Нормальная работа»	04	-	0000h–0001h Показывает, что устройство работает в штатном режиме без активных аварий и блокировок: 0 – состояние неактивно

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
				1 – нормальная работа
16	Состояние «Ожидание включения»	04	-	0000h–0001h Отражает режим ожидания запуска двигателя (<i>например, при действующей задержке включения или внешнем разрешении</i>): 0 – состояние неактивно 1 – устройство находится в ожидании включения
17	Авария «Короткое замыкание»	04	-	0000h–0001h Сигнализирует о срабатывании защиты по короткому замыканию: 0 – авария отсутствует 1 – зафиксировано срабатывание защиты
18	Авария «Повреждение изоляции обмоток»	04	-	0000h–0001h Сигнализирует о срабатывании защиты по повреждению изоляции обмоток двигателя или линии: 0 – авария отсутствует 1 – зафиксировано срабатывание защиты
19	Авария «Перегрев»	04	-	0000h–0001h Показывает срабатывание защиты по перегреву контролируемого оборудования: 0 – авария отсутствует 1 – срабатывание защиты по перегреву
20	Авария «Перегрузка по току»	04	-	0000h–0001h Показывает срабатывание защиты по длительной перегрузке тока: 0 – авария отсутствует 1 – защита по перегрузке по току
21	Авария «Нарушение чередования/слипание фаз»	04	-	0000h–0001h Сигнализирует о неправильном чередовании фаз или слипании фаз: 0 – авария отсутствует 1 – обнаружено нарушение чередования либо слипание фаз
22	Авария «Асимметрия фазных токов»	04	-	0000h–0001h Показывает срабатывание защиты

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
				по асимметрии токов между фазами: 0 – авария отсутствует 1 – превышен допустимый уровень асимметрии токов
23	Авария «Асимметрия фазных напряжений»	04	-	0000h–0001h Показывает срабатывание защиты по асимметрии линейных/фазных напряжений: 0 – авария отсутствует 1 – превышен допустимый уровень асимметрии напряжений
24	Авария «Повышенное/пониженное напряжение»	04	-	0000h–0001h Сигнализирует о срабатывании защиты по выходу напряжения за установленные пределы: 0 – авария отсутствует 1 – зафиксировано превышение верхнего или нижнего порога напряжения
25	Авария «Потеря нагрузки»	04	-	0000h–0001h Отражает срабатывание защиты по потере нагрузки (<i>например, при обрыве ремня, разъединении механической связи и т.п.</i>): 0 – авария отсутствует 1 – обнаружена потеря нагрузки
26	Флаг «Требуется сброс ошибки»	04	-	0000h–0001h Показывает, что для возобновления работы необходим сброс аварий: 0 – сброс не требуется 1 – присутствуют не сброшенные аварии, требуется выполнение команды «Сброс»
27-49	Резерв			
50-51	Серийный номер модуля	04	-	2 регистра по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
52-53	Версия программы модуля	04	-	2 регистра по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
54-55	Дата компиляции программы	04	-	2 регистра по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения

Продолжение приложения Г

Окончание таблицы Г.2

Адрес рег.	Наименование	Код функция чтения	Код функция записи	Диапазон значений
56-63	Имя модуля	04	-	8 регистров по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
64-71	МК	04	-	8 регистров по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
72-79	Компьютер сборки	04	-	8 регистров по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
80-87	Пользователь сборки	04	-	8 регистров по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения

