

**КОНТРОЛЛЕР ИЗМЕРЕНИЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ДИСТАНЦИОННЫЙ  
КИД-И**

Руководство по эксплуатации  
ЕРКФ.411131.001РЭ  
(изм. 6)



## Содержание

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Описание и работа КИД-И.....</b>                     | <b>2</b>  |
| 1.1 Назначение КИД-И .....                                | 2         |
| 1.2 Технические характеристики КИД-И.....                 | 2         |
| 1.3 Состав КИД-И.....                                     | 3         |
| 1.4 Устройство и работа КИД-И .....                       | 4         |
| 1.4.1 Описание КИД-И.....                                 | 4         |
| 1.4.2 Органы индикации и управления.....                  | 5         |
| 1.4.3 Работа КИД-И .....                                  | 6         |
| 1.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности.....  | 8         |
| 1.6 Маркировка и пломбирование .....                      | 8         |
| 1.7 Упаковка.....   | 8         |
| <b>2 Использование по назначению .....</b>                | <b>9</b>  |
| 2.1 Эксплуатационные ограничения.....                     | 9         |
| 2.2 Подготовка к использованию.....                       | 9         |
| 2.2.1 Установка на монтажной рейке.....                   | 9         |
| 2.2.2 Подключение электропитания .....                    | 11        |
| 2.2.3 Подключение линий связи RS-485.....                 | 11        |
| 2.2.4 Подключение контролируемых цепей.....               | 13        |
| 2.3 Использование КИД-И.....                              | 14        |
| 2.3.1 Характеристики интерфейса связи .....               | 14        |
| 2.3.2 Описание функций управления (регистров записи)..... | 15        |
| 2.3.3 Описание получения данных (регистров чтения) .....  | 16        |
| 2.3.4 Исключительные операции .....                       | 17        |
| 2.3.5 Примеры пакетов запросов/ответов.....               | 17        |
| <b>3 Техническое обслуживание .....</b>                   | <b>18</b> |
| 3.1 Общие указания.....                                   | 18        |
| 3.2 Меры безопасности .....                               | 18        |
| <b>4 Текущий ремонт .....</b>                             | <b>19</b> |
| <b>5 Транспортирование и хранение.....</b>                | <b>19</b> |
| <b>6 Утилизация.....</b>                                  | <b>19</b> |
| <b>Приложение А .....</b>                                 | <b>20</b> |

Настоящее Руководство по эксплуатации (далее – Руководство) определяет порядок работы с контроллером измерений сопротивления изоляции дистанционным КИД-И ЕРКФ.411131.001 с целью обеспечения правильной и безопасной эксплуатации, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

К работе с контроллером допускается персонал, изучивший настоящее Руководство и имеющий группу по электробезопасности не ниже III.

Настоящее Руководство разработано в соответствии с требованиями ГОСТ Р 2.610-2019 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов».

В Руководстве использованы следующие сокращения:

- ЗИП – запасные части, инструмент и принадлежности;
- КИД-И – контроллер измерений сопротивления изоляции дистанционный.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА КИД-И

### 1.1 НАЗНАЧЕНИЕ КИД-И

Контроллер измерений сопротивления изоляции дистанционный КИД-И (далее – КИД-И, контроллер) предназначен для измерений сопротивления изоляции кабелей и передачи измеренных значений в диагностические системы или системы верхнего уровня.

КИД-И относится к устройствам с централизованным размещением и должен располагаться в отапливаемых помещениях.

КИД-И может применяться в составе систем АО «НПЦ «Промэлектроника» (микропроцессорной централизации стрелок и сигналов МПЦ-И, микропроцессорной автоблокировки АБТЦ-И, диспетчерского контроля, систем диагностики и удалённого мониторинга и других).

### 1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КИД-И

Основные технические характеристики КИД-И приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики КИД-И

| Наименование параметра   | Значение параметра |
|--|--------------------|
| Напряжение электропитания постоянного тока                                     | $(24 \pm 3,6)$ В   |
| Потребляемый ток, не более   | 70 мА              |
| Интерфейс связи с внешней системой   | RS-485             |
| Протокол обмена с внешней системой   | Modbus             |
| Скорость обмена  | 9600 бит/с         |
| Количество измерительных каналов   | 8                  |
| Диапазон измерений сопротивления изоляции                                      | от 0,1 до 150 МОм  |
| Входное сопротивление измерительного канала                                    | 0,7 МОм            |
| Длительность измерения одного канала, не более                                 | 20 с               |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления изоляции | $\pm 10$ %         |
| Гальваническое разделение цепей  | Есть               |
| Максимальная емкость контролируемой кабельной линии                            | 1,5 мкФ            |
| Максимальное постоянное напряжение в контролируемой кабельной линии            | 500 В              |

| Наименование параметра   | Значение параметра             |
|--|--------------------------------|
| Максимальное переменное напряжение в контролируемой кабельной линии  | 400 В                          |
| Напряжение тестового сигнала   | ± 100 В                        |
| Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69   | УХЛ4                           |
| Границы рабочего температурного диапазона окружающей среды   | от минус 5 °С<br>до плюс 50 °С |
| Относительная влажность воздуха  | От 30 до 80 %                  |
| Степень защиты по ГОСТ 14254-2015  | IP30                           |
| Класс условий размещения при воздействии механических нагрузок при эксплуатации по ГОСТ 34012-2016                     | МС1                            |
| Класс условий размещения при воздействии климатических факторов при эксплуатации по ГОСТ 34012-2016                    | К1                             |
| Габаритные размеры (высота×ширина×глубина), не более   | 100×23×114 мм                  |
| Масса, не более  | 200 г                          |
| Примечание – При измерениях сопротивления изоляции менее 0,1 МОм и более 150 МОм погрешность измерений не нормируется. |                                |

### 1.3 СОСТАВ КИД-И

Комплект поставки КИД-И приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Комплект поставки КИД-И

| Наименование  | Обозначение        | Количество, шт. |
|---|--------------------|-----------------|
| Контроллер измерений сопротивления изоляции КИД-И   | ЕРКФ.411131.001    | 1               |
| Штекер  | ЕРКФ.685675.003    | 1               |
| Штекер  | ЕРКФ.685675.003-01 | 1               |
| Штекер  | ЕРКФ.685675.003-02 | 1               |
| Формирователь шинный ME 22,5 TBUS 1,5/5-ST-3,81 КМГУ, № 2713722, Phoenix Contact  | –                  | 1               |
| Паспорт   | ЕРКФ.411131.001ПС  | 1               |
| Руководство по эксплуатации   | ЕРКФ.411131.001РЭ  | 1**             |
| Монтажный чертёж  | ЕРКФ.411131.001МЧ  | 1**             |
| Методика калибровки   | ЕРКФ.411131.001МК  | 1**             |
| Упаковка  | ЕРКФ.320003.031    | 1/10            |
| Упаковка  | ЕРКФ.320003.150    | 1*              |
| * Наибольшее количество изделий – 10 шт. При поставке упаковки ЕРКФ.320003.150, упаковка ЕРКФ.320003.031 не поставляется. |                    |                 |
| ** 1 шт. на поставку  |                    |                 |

## 1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА КИД-И

### 1.4.1 Описание КИД-И

КИД-И предназначен для измерений сопротивления изоляции кабелей электропитания и сигнальных кабелей в восьми точках подключения и передачи результатов измерений по интерфейсу RS-485 по протоколу Modbus RTU во внешнюю систему.

Контроллер представляет собой законченное устройство, выполненное в индивидуальном пластмассовом корпусе, монтируемое внутри стativa, шкафа или корпуса оборудования на монтажную рейку. Тип рекомендованных монтажных реек приведен в п. 2.2.1.

Внешний вид и габаритные размеры контроллера приведены на рисунке 1.1.

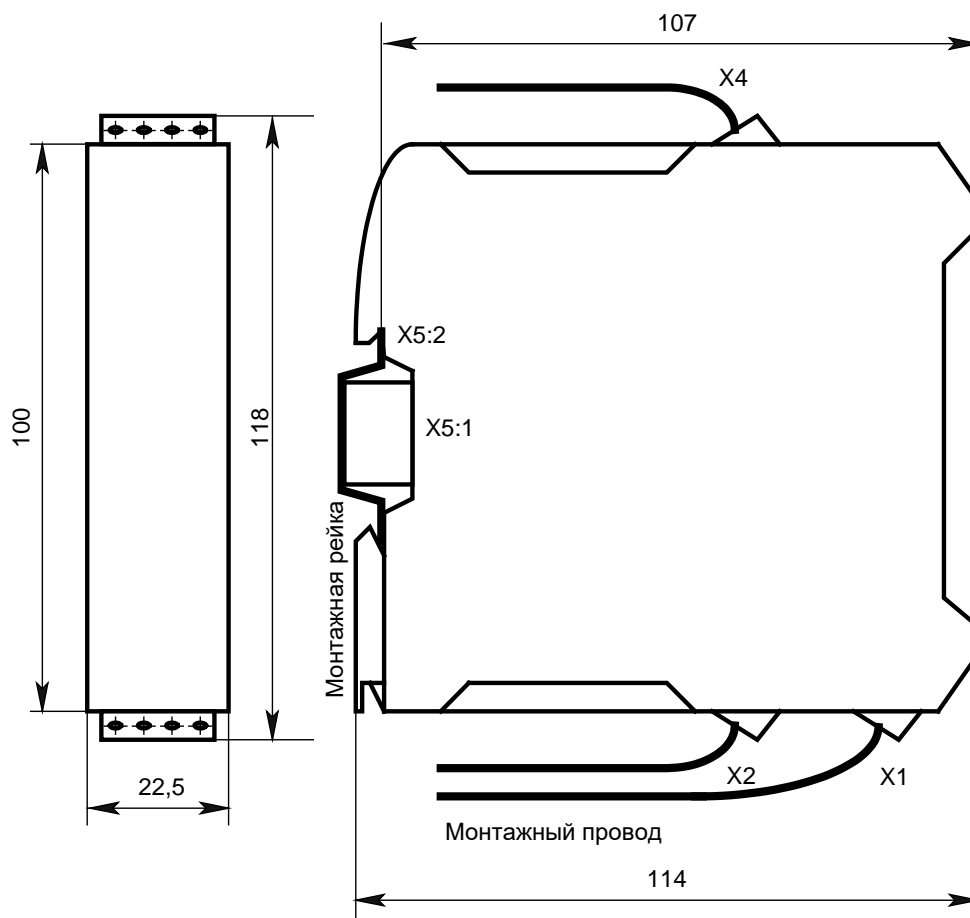


Рисунок 1.1

Контроллер относится к техническим средствам, непосредственно не влияющим на безопасность функционирования системы.

Тем не менее, при разработке контроллера предприняты меры, исключая потенциальное влияние даже вышедшего из строя контроллера на подключаемые цепи:

- при выходе из строя устройств гальванической изоляции измерительных каналов сопротивление между любыми двумя измерительными каналами будет не менее 0,5 МОм, а между любым измерительным каналом и цепью электропитания, заземления или связи по RS-485 – не менее 0,5 МОм;

- по цепям электропитания допускается длительное полуторократное превышение напряжения (не более 36 В), при этом контроллер остаётся работоспособным.

Расположение выводов на штекерах X1, X2, X4 КИД-И приведено на рисунке 1.2.

Вид с лицевой  
стороны



Рисунок 1.2

### 1.4.2 Органы индикации и управления

На передней панели контроллера расположены три светодиодных индикатора и пятиразрядный переключатель установки базового адреса. Внешний вид показан на рисунке 1.3.

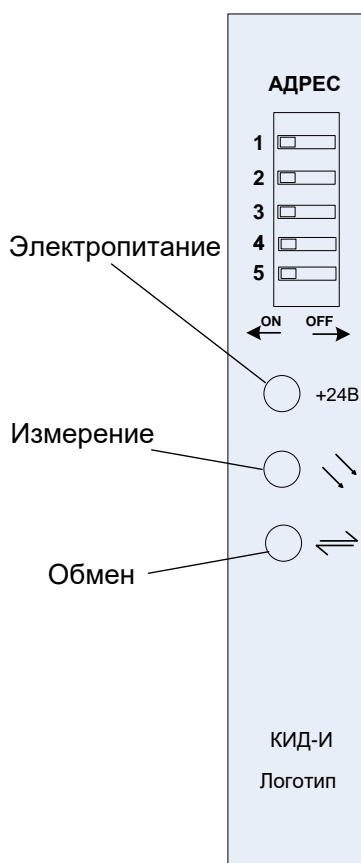


Рисунок 1.3

Описание световой индикации КИД-И приведено в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Описание световой индикации КИД-И

| Индикатор  | Значение                         | Цвет    | Состояние                               | Описание  |
|--|----------------------------------|---------|---|---|
| +24В   | Электропитание                   | Зеленый | Включен постоянно                       | Подано напряжение электропитания + 24 В постоянного тока  |
|  |                                  |         | Выключен                                | Напряжение электропитания отсутствует либо ниже нормы   |
|   | Измерение                        | Желтый  | Включен                                 | Измерительное напряжение + 100 В подключено к линии с последующим измерением сопротивления изоляции |
|  |                                  | Зеленый | Включен                                 | Измерительное напряжение -100 В подключено к линии с последующим измерением сопротивления изоляции  |
|  |                                  | Зеленый | Включается периодически с частотой 1 Гц | Пауза между измерительными циклами  |
|   | Обмен данными с внешней системой |         | Выключен                                | Обмена данными с внешней системой нет   |
|  |                                  | Зеленый | Включен в течение 0,1 с                 | Запрос данных от внешней системы  |
|  | Включение                        | Желтый  | Включены одновременно в течение 1 с     | Индикация при включении электропитания  |
|  |                                  | Зеленый | Включены одновременно в течение 1 с     |   |

Пятипозиционный переключатель «АДРЕС» предназначен для установки базового адреса контроллера. Соответствие базового адреса контроллера и перемычек переключателя приведено в приложении А в таблице А.1.

### 1.4.3 Работа КИД-И

#### 1.4.3.1 Принцип действия КИД-И

Измерение сопротивления изоляции кабеля основано на измерении тока утечки, протекающего через изоляцию при подаче калиброванного напряжения 100 В постоянного тока между жилой кабеля и землей.

Принцип действия КИД-И заключается в преобразовании входного напряжения в цифровой код, который обрабатывается микроконтроллером.

Светодиодные индикаторы предназначены для индикации состояния КИД-И, режима работы и обмена данными по интерфейсу RS-485. Управление индикаторами производится микроконтроллером в соответствии с алгоритмом работы.

Интерфейс RS-485 обеспечивает взаимодействие КИД-И с внешними системами, формирование пакета данных в соответствии с требованиями стандарта Modbus под управлением микроконтроллера.

#### 1.4.3.2 Алгоритм измерения сопротивления и индикации

Контроллер подключает измерительное напряжение плюс ( $100 \pm 1$ ) В, в это время индикатор «↘» включен желтым светом. После измерения контроллер переключает измерительное напряжение на минус ( $100 \pm 1$ ) В и повторяет измерения, индикатор «↘» включен зеленым светом.

Контроллер проводит измерения по восьми измерительным каналам последовательно, время измерения одного канала занимает не более 20 с.

Сформированный пакет данных с результатами измерений передается во внешнюю систему по интерфейсу RS-485 по протоколу Modbus. Во время обращения к контроллеру индикатор « $\rightleftharpoons$ » включается зеленым светом в течение не более 0,1 с.

#### **1.4.3.3 Взаимодействие с внешней системой**

Взаимодействие с внешней системой осуществляется по интерфейсу RS-485 в полудуплексном режиме.

Контроллеры подключаются к внешней системе по общей шине с интерфейсом RS-485. Длина кабеля связи по интерфейсу RS-485 не должна превышать 1000 метров. К одной шине с интерфейсом RS-485 может подключаться до 31 контроллера.

Каждый контроллер имеет собственный базовый адрес, по которому драйвер внешней системы обращается к контроллеру. Базовый адрес контроллера устанавливается переключателем «АДРЕС» на передней панели контроллера в соответствии с данными, приведенными в приложении А в таблице А.1.

У каждого контроллера, подключаемого к одному порту RS-485 внешней системы, должен быть установлен уникальный адрес. Требование уникальности адреса сохраняется и при совместном подключении контроллеров КИД-И с другими контроллерами, т.е. не допускается установка одинакового адреса у двух контроллеров.

Общая схема подключения КИД-И к контролируемым объектам и внешней системе по интерфейсу RS-485 приведена на рисунке 1.4.

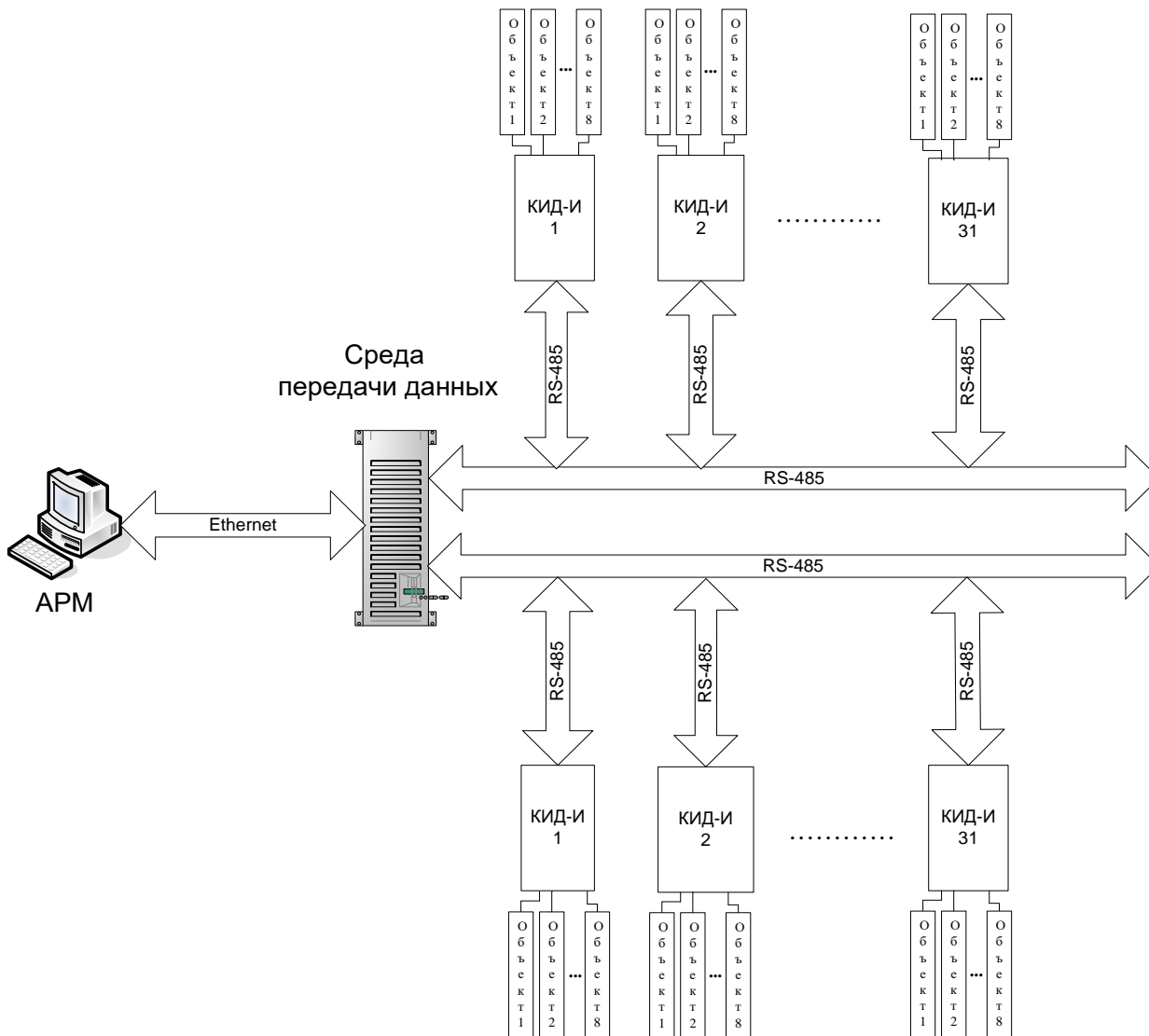


Рисунок 1.4

## 1.5 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Для установки, подключения и эксплуатации КИД-И специальных средств измерения и инструмента не требуется.

Необходимые для установки и эксплуатации КИД-И принадлежности входят в комплект поставки и приведены в таблице 1.2.

## 1.6 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

КИД-И имеет маркировку с указанием наименования и обозначения изделия, его заводского номера, даты изготовления (месяц, год).

КИД-И маркируется пломбой-наклейкой с надписью «НЕ ВСКРЫВАТЬ».

## 1.7 УПАКОВКА

Упаковка КИД-И предохраняет контроллер от перемещений и взаимных соприкосновений внутри тары и защищает их от попадания влаги.

Упаковочный материал не оказывает вредного воздействия на окружающую среду и может быть использован повторно.

## 2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

1 ЗАПРЕЩАЕТСЯ подключать КИД-И к контролируемым цепям с напряжением выше 500 В постоянного тока и выше 400 В переменного тока.

2 ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать напряжение электропитания выше 27,6 В.

3 ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатировать контроллер в неотапливаемых помещениях при температуре ниже минус 5° С.

4 ЗАПРЕЩАЕТСЯ подключать больше 31 контроллера к одному порту RS-485.

5 Максимальная длина линии связи RS-485 не более 1000 м.

### 2.2 ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

#### 2.2.1 Установка на монтажной рейке

КИД-И размещаются на стальной монтажной рейке (DIN-рейке). Для установки КИД-И рекомендуется применять DIN-рейки следующих типов:

- 1) № 1201895, производитель Phoenix Contact;
- 2) № 02145, производитель ДКС;
- 3) № 210-114, производитель Wago.

Допускается применение аналогичных монтажных реек, но такого же профиля и с соблюдением следующих размеров: высота 15 мм, ширина 35 мм, толщина не более 1,5 мм.

Перед установкой контроллера на монтажную рейку в углубление рейки монтируется разъем (формирователь шинный ME 22.5 TBUS 1.5/5-ST-3.81 KMGY), к которому подключаются: источник электропитания напряжением  $(24 \pm 3,6)$  В постоянного тока, линия связи RS-485. Контроллер, установленный на монтажной рейке, показан на рисунке 1.1.

КИД-И крепится на монтажной рейке при помощи пружинного зажима.

Монтажные провода подключаются к штекерам X1, X2, X4. Штекеры подключаются к КИД-И в соответствии с рисунком 1.1.

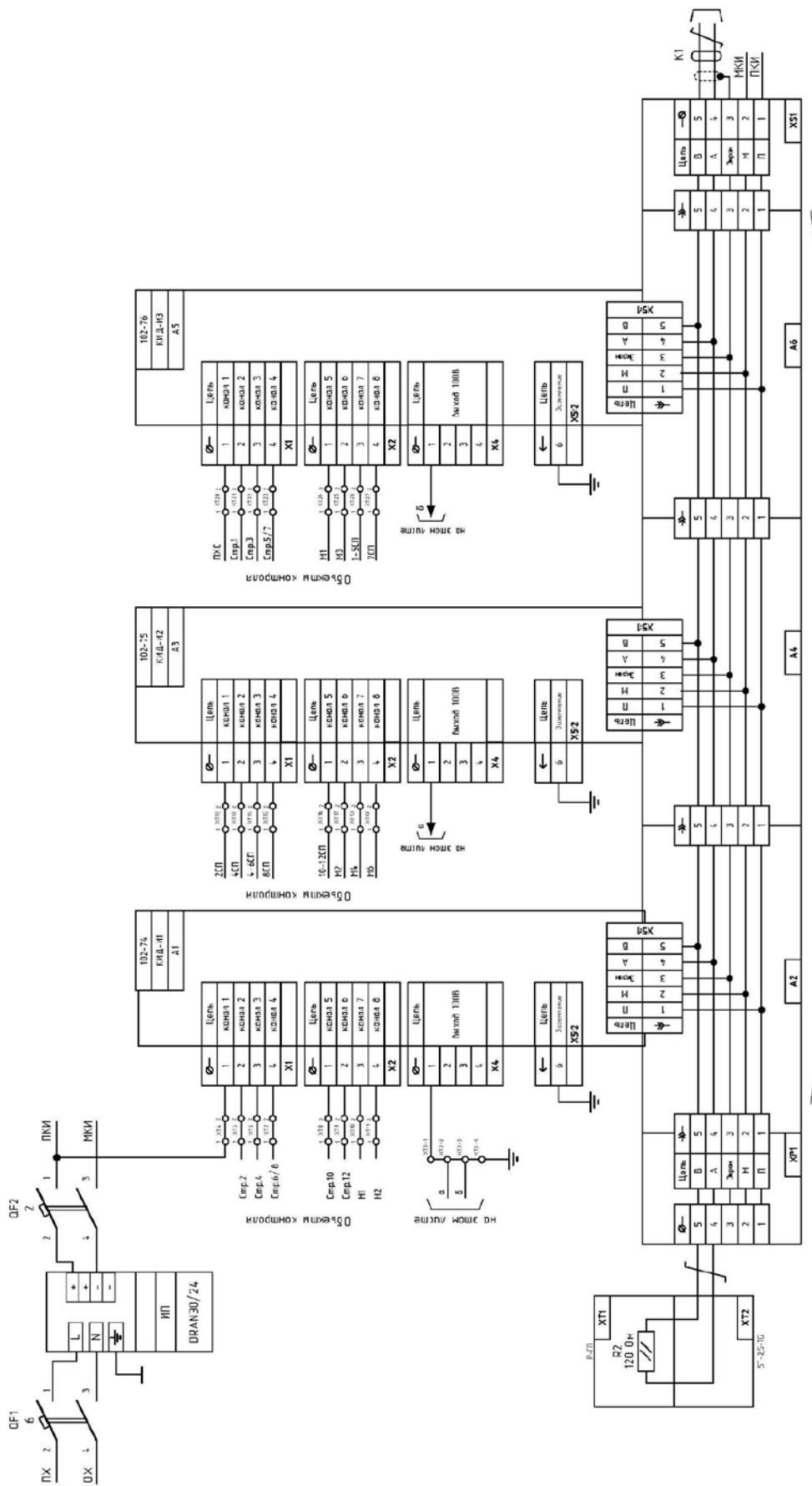
При необходимости демонтаж осуществляется без специальных инструментов. Для демонтажа неисправного КИД-И необходимо снять штекеры X1, X2, X4 и, отведя пружинный зажим, снять КИД-И с монтажной рейки.

Монтаж и демонтаж КИД-И допускается выполнять без отключения электропитания от формирователя шинного. Отключение КИД-И от контролируемых цепей осуществляется снятием штекеров без демонтажа проводов.

В случае установки нескольких контроллеров целесообразно смонтировать их рядом на одну монтажную рейку, обеспечив соединение разъемов (ME 22.5 TBUS 1.5/5-ST-3.81 KMGY) между собой. Таким образом, цепи электропитания, экрана и интерфейса RS-485 всех контроллеров будут объединены без дополнительного монтажа. Схема соединения шинных формирователей и клемм показана на рисунке 2.1.

С левой стороны к соединенным между собой формирователям шинным подключается штекер XP1 ЕРКФ.685675.005, с правой стороны подключается штекер XP3 ЕРКФ.685675.005-01.

DIN-рейка с размещенными на ней КИД-И и клеммами заземления должна быть присоединена заземляющим проводником сечением 2,5 мм<sup>2</sup> к болту заземления стativa (шине заземления шкафа). Заземляющий проводник должен присоединяться к DIN-рейке болтовым соединением.



Штекер ЕРКФ 685675.005  
шнурные формирователи ME 225 TBUS 1,5/5-ST-3,81 КМБУ

- A2, A4, A6 – шинный формирователь ME 225 TBUS 1,5/5-ST-3,81 КМБУ
- XP1 – Штекер ЕРКФ 685675.005
- XS1 – Штекер ЕРКФ 685675.005-01
- K1 – кабель интерфейсный КИПЭВ 1x2x0,6
- QF1 – выключатель автоматический АBB S202-C6
- QF2 – выключатель автоматический АBB S202-C2
- X11 – Вспайка для размещения радиомонтажной P-CO
- X12 – Клемма подключения ST 2,5-TG
- X13 – Клемма заземления PT 2,5/S-QUATTRO-PE - 3211025
- X14 – X127 – Клемма с ползунковым размыкателем PTME 4 – 3272139

Резистор 120 Ом необходимо устанавливать только при длине линии передачи данных по RS-485 более 4,0м. Установка резисторов 120 Ом должна выполняться на обоих концах линии RS-485.

Рисунок 2.1

## 2.2.2 Подключение электропитания

Подключение проводов электропитания и интерфейса RS-485 выполняется либо к левому штекеру XP1 ЕРКФ.685675.005, либо к правому XP3 ЕРКФ.685675.005-01.

Сечение проводов электропитания выбирается для каждого отдельно устанавливаемого контроллера (или для группы контроллеров при установке их на единую шину), исходя из тока потребления контроллера (группы контроллеров).

Для защиты источника электропитания от короткого замыкания в любом из контроллеров в цепь электропитания включается автоматический выключатель «QF2», номинальный ток которого выбирается по формуле (1) из расчета тока потребления одного КИД-И не более 0,07 А.

$$I = N \cdot i, \quad (1)$$

где  $N$  – количество КИД-И на шине;

$i$  – номинальный ток потребления одного контроллера, 0,07 А.

Следует выбрать автоматический выключатель с номинальным током не менее значения, полученного по формуле (1).

При совместном использовании контроллеров с КИД-И следует учитывать ток потребления данных контроллеров, значение которого указано в соответствующей технической документации на контроллеры. Сечение проводов электропитания выбирается для каждого отдельно устанавливаемого контроллера (или для группы контроллеров при установке их на единую шину), исходя из тока потребления контроллера (группы контроллеров).

## 2.2.3 Подключение линий связи RS-485

Линии связи RS-485 подключаются кабелем типа КИПЭВ 1×2×0,6 или аналогичным кабелем типа «витая пара» с волновым сопротивлением 120 Ом.

Экран кабеля должен быть заземлён только со стороны внешней системы (соединён с корпусом заземлённого шкафа, стativa). Со стороны КИД-И экран кабеля должен быть подключен к выводу 3 (точка подключения экрана кабеля интерфейса RS-485 не является заземлением) штекера XP1 или XS1 (см. рисунок 2.1), к которому подключаются провода RS-485.

Контроллеры, установленные на одной DIN-рейке, могут быть объединены в единую шину, для этого нужно соединить формирователи шинные между собой.

При длине линии RS-485 более 40 м необходимо устанавливать согласующие резисторы. При меньшей длине линии допускается резисторы не устанавливать. Установка согласующих резисторов должна выполняться на обоих концах линии RS-485.

Согласующие резисторы должны быть выводными, типа MF 0,125 120 Ом 5 % или подобными. Выводы каждого резистора крепятся во вставку компонентную P-CO (XT1, см. рисунок 2.1), а вставка XT1 устанавливается в клемму с размыкателем типа ST 2,5-TG - 3038435. Совместно с клеммой ST 2,5-TG необходимо применять концевую крышку D-ST 2,5-TWIN - 3030488.

При необходимости обеспечить длину линии связи более 1000 м следует применять стандартные повторители интерфейса RS-485. В этом случае терминальные резисторы устанавливаются также на клеммах повторителей, к которым подключаются линии RS-485.

Со стороны внешней системы, выполняющей получение данных от КИД-И, установка согласующих резисторов на линии RS-485 должна выполняться параллельно линии и как можно ближе к устройству (конвертеру интерфейсов или др.), если устройство не содержит согласующие резисторы в своем составе.

Подключение согласующего резистора со стороны внешней системы выполняется аналогично подключению со стороны КИД-И.

Согласующий резистор со стороны группы КИД-И подключается к штекеру ЕРКФ.685675.005-01 (или ЕРКФ.685675.005), расположенному с противоположной стороны подключенной линии RS-485 (после группы КИД-И).

Для обеспечения возможности контроля целостности линии связи внешней системы с удалёнными контроллерами (если удалённая система имеет в своём составе два сервера, подключаемых к одной линии интерфейса RS-485) рекомендуется, по возможности, соединять контроллеры с удалённой системой таким образом, как показано на рисунке 2.2.

В этом случае терминальные резисторы устанавливаются у преобразователя интерфейса сервера 1 и у преобразователя интерфейса сервера 2 (со стороны КИД-И не устанавливаются). Поскольку общая длина линии связи не должна превышать 1000 м, возможно удаление контроллеров от серверов не более чем на 500 м.

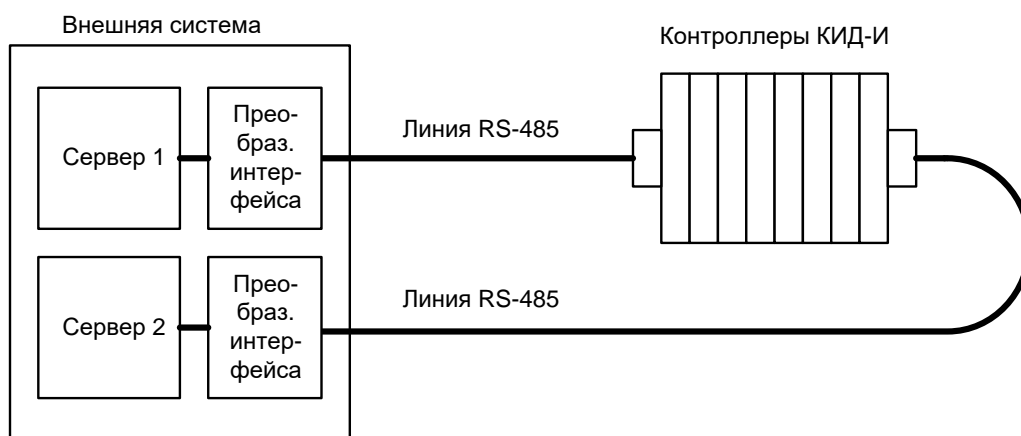


Рисунок 2.2

Если контроллеры (группы контроллеров) устанавливаются на различных стивах или шкафах, то экраны межстивных соединительных интерфейсных кабелей должны быть соединены между собой. Соединение экранов выполняется путем присоединения экранов кабелей к выводам 3 штекеров ЕРКФ.685675.005 и ЕРКФ.685675.005-01 соответственно, как показано на рисунке 2.3.

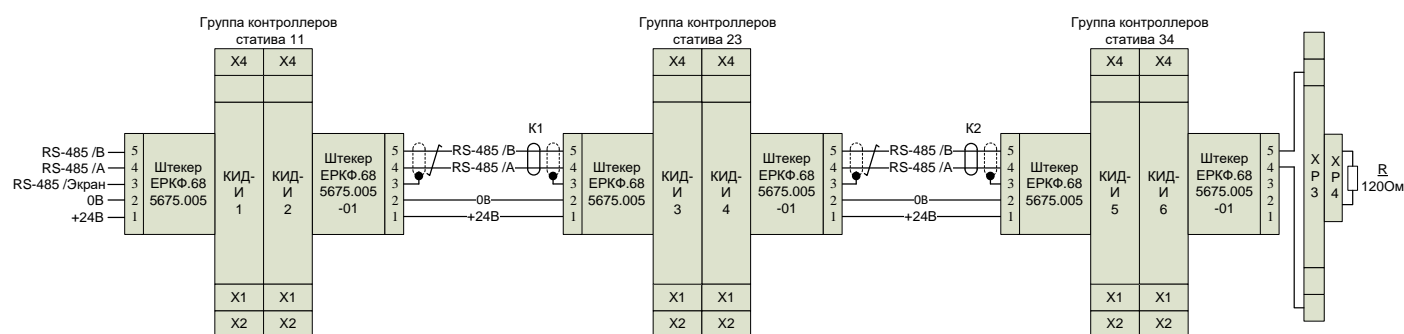


Рисунок 2.3

Соединение расположенных на разных стивах (шкафах) контроллеров (групп контроллеров) интерфейсным кабелем должно быть только последовательное (как на рисунке 2.3).

## 2.2.4 Подключение контролируемых цепей

Одновременно к одному КИД-И можно подключить до восьми контролируемых цепей.

НЕ РАЗРЕШАЕТСЯ укладка проводов, идущих к контролируемым цепям, в непосредственной близости от силовых проводов и кабелей, параллельно этим проводам и кабелям.

Наименование контактов штекеров приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Наименование контактов штекеров

| Штекер                                       | Вывод | Назначение   |
|--|-------|--|
| ЕРКФ.685675.005<br>или<br>ЕРКФ.685675.005-01 | 1     | Подключение плюс 24 В источника электропитания   |
|  | 2     | Подключение 0 В источника электропитания   |
|  | 3     | Подключение экрана кабеля интерфейса RS-485  |
|  | 4     | Подключение сигнальной линии «А» интерфейса RS-485 или подключение согласующего резистора сопротивлением 120 Ом между выводами |
|  | 5     | Подключение сигнальной линии «В» интерфейса RS-485 или подключение согласующего резистора сопротивлением 120 Ом между выводами |
| X1   | 1     | Измерительный канал №1   |
|  | 2     | Измерительный канал №2   |
|  | 3     | Измерительный канал №3   |
|  | 4     | Измерительный канал №4   |
| X2   | 1     | Измерительный канал №5   |
|  | 2     | Измерительный канал №6   |
|  | 3     | Измерительный канал №7   |
|  | 4     | Измерительный канал №8   |
| X4   | 1     | Выход источника измерительного напряжения 100 В постоянного тока   |
|  | 2     |  |
|  | 3     |  |
|  | 4     |  |
| X5:1   | 1     | Вход «электропитание контроллера» 24 В   |
|  | 2     | Вход «электропитание контроллера» 0 В  |
|  | 3     | Вход контроллера «Экран» интерфейса RS-485   |
|  | 4     | Вход контроллера «А» интерфейса RS-485   |
|  | 5     | Вход контроллера «В» интерфейса RS-485   |
| X5:2   | 6     | Заземление КИД-И   |

При измерении сопротивления изоляции источника постоянного тока измерительные каналы контроллера подключать к плюсовой клемме или плюсовому проводу источника. При измерении сопротивления изоляции источника переменного тока измерительный канал контроллера подключать к фазовой клемме или фазовому проводу источника.

Варианты схем подключения к цепям, запитанным от источников постоянного и переменного тока, приведены на рисунке 2.4. Подключение проводов к контролируемым цепям производить в соответствии с монтажной схемой статива или другого оборудования.

Контролируемые цепи подключаются к штекерам, расположенным на верхней и нижней сторонах корпуса контроллера. Подключение цепей к штекерам рекомендуется выполнять монтажным проводом МГШВ 1×0,5 или аналогичным, концы которого должны обжиматься наконечниками типа НШВИ с изолирующей втулкой. Штекеры съёмные, что позволяет при необходимости сменить контроллер без отсоединения проводов от штекеров. Штекеры оснащены ключами, исключающими их перепутывание при отключении.

Выход источника измерительного напряжения  $\pm 100$  В (штекер X4) подключить к заземлению через клемму заземления РТ 2,5/S-QUATTRO-PE – 3211025 или аналогичную.

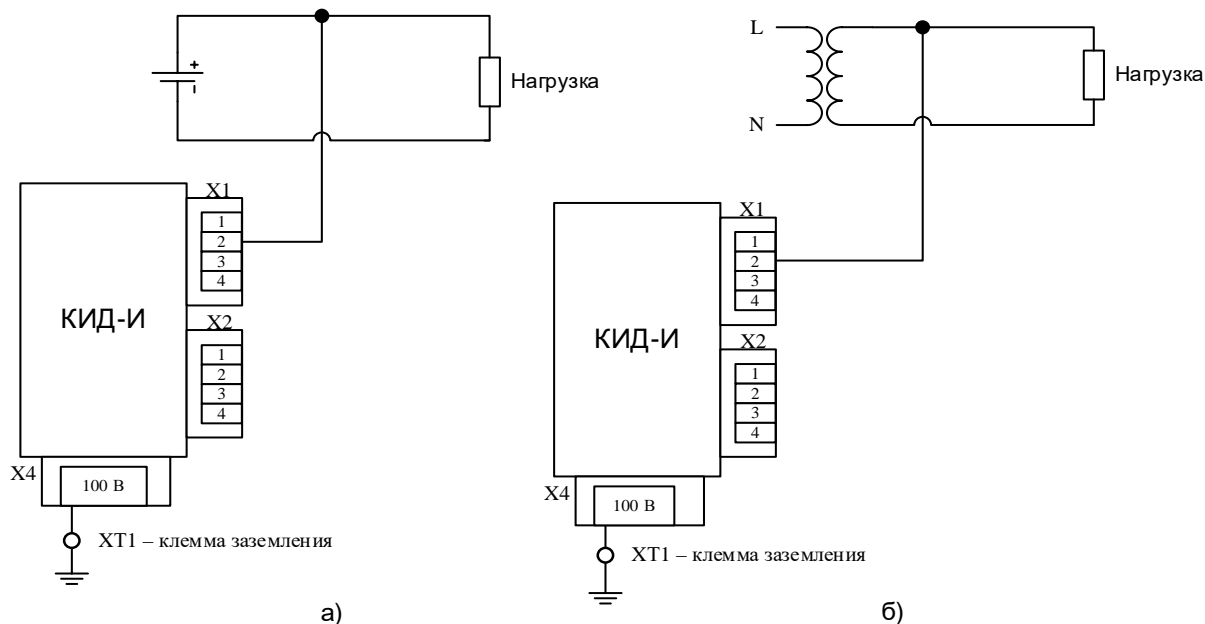


Рисунок 2.4

Для оперативного отключения КИД-И от измеряемых цепей измерительные каналы КИД-И подключаются к измеряемым цепям через клеммы с размыкателями. Рекомендуется применять клеммы с ползунковым размыкателем – РТМЕ 4 - 3212139 (Рхоenix contact) или аналогичные (тип определяет проектировщик).

## 2.3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИД-И

После включения электропитания КИД-И автоматически начинает работать в соответствии с алгоритмом встроенного программного обеспечения и установками, произведенными пользователем или заданными по умолчанию на предприятии-изготовителе.

При построении сети используется принцип организации ведущий-ведомый (master-slave). В сети может присутствовать только один ведущий узел и несколько ведомых узлов. При данной организации инициатором циклов обмена может выступать исключительно ведущий узел.

В основу протокола обмена положен протокол Modbus RTU, отличие заключается в поддержке контроллером ограниченного набора команд.

### 2.3.1 Характеристики интерфейса связи

Для обмена данными используется протокол Modbus RTU. Характеристики интерфейса связи приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристики интерфейса связи

| Характеристика           | Значение параметра |
|--------------------------|--------------------|
| Протокол                 | Modbus RTU         |
| Скорость передачи, бит/с | 9600               |
| Проверка четности        | EVEN               |
| Количество байт данных   | 8                  |
| Количество стоп-битов    | 1                  |

| Характеристика                             | Значение параметра   |
|--|--|
| Адрес узла Modbus                          | 0x00 (широковещательный)<br>0x01–0x1F (определяется переключками контроллера 1-31)   |
| Максимальное количество считываемых данных | 40 байт (20 регистров)   |
| Проверка ошибок передачи                   | CRC-16, полином A001   |
| Поддерживаемые функции ModBus              | Функция 06 (0x06): Запись в одиночный регистр (для настройки)<br>Функция 04 (0x04): Чтение входных регистров (для получения результатов измерений)   |
| Формат чисел                               | Порядок байт в словах: Big-Endian (Стандарт Modbus)<br>Формат данных Float: 32-битное число с плавающей точкой (IEEE 754), занимает 2 регистра<br>Порядок слов: Little Endian (Младшее слово вперед) |

Каждый из подключенных контроллеров должен иметь уникальный, не повторяющийся в данной сети, адрес. Нулевой адрес используется для широковещательной передачи, его распознает каждое устройство без выдачи подтверждения о приеме.

Формат структуры пакетов запроса (8 байт) показан в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Структура пакета запроса

| Байт | Поле             | Пример  | Описание  |
|------|------------------|---------|---|
| 0    | Адрес устройства | “01”    | “00” - широковещательный,<br>“01”–“1F” - устройство |
| 1    | Код функции      | “06”    | “04” - чтение, “06” - запись                        |
| 2–3  | Адрес регистра   | “00 02” | Номер регистра (см. таблицу ниже)                   |
| 4–5  | Данные           | “00 07” | Значение для записи или параметры запроса           |
| 6–7  | CRC-16           | “69 C8” | Контрольная сумма                                   |

Формат структуры пакетов ответа (минимум 5 байт) показан в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Структура пакета ответа

| Байт    | Поле             | Пример     | Описание                                    |
|---------|------------------|------------|---|
| 0       | Адрес устройства | “01”       | Должен совпадать с запрошенным              |
| 1       | Код функции      | “04”       | То же, что в запросе                        |
| 2       | Длина данных     | “28”       | Количество байт данных (без учета CRC)      |
| 3–n     | Данные           | “66 77 ..” | Результаты измерений и служебная информация |
| n+1–n+2 | CRC-16           | “A3 04”    | Контрольная сумма                           |

где n – количество запрошенных байт данных.

### 2.3.2 Описание функций управления (регистров записи)

Регистры ModBus для функции 06h – запись регистров параметров.

Передача команд управления осуществляется посредством записи в регистры параметров контроллера значений (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Описание команд для записи регистров

| Адрес (Hex) | Описание                               | Значения / Битовая маска   |
|-------------|--|--|
| 0x0003      | Настройка количества каналов измерений | Старший байт: 0x00<br>Младший байт (Кол-во каналов):<br>0 - не измерять<br>1...8 - максимальное количество каналов (CH1...CH8) |

### 2.3.3 Описание получения данных (регистров чтения)

Регистры ModBus для функции 04h – чтение регистров.

Получение данных о состоянии сопротивления изоляции осуществляется посредством чтения регистров.

Блок данных считывается целиком, начиная с адреса 0x0000 длиной 0x0014 (20 регистров / 40 байт), см. таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Описание команд для записи регистров

| Адрес (Hex) | Тип    | Описание           | Комментарий  |
|-------------|--------|--------------------|--|
| 0x0000      | Float  | Версия контроллера | Например: 1.0.5                                      |
| 0x0002      | Float  | Сопротивление CH1  | Значение в МОм                                       |
| 0x0004      | Float  | Сопротивление CH2  | Значение в МОм                                       |
| 0x0006      | Float  | Сопротивление CH3  | Значение в МОм                                       |
| 0x0008      | Float  | Сопротивление CH4  | Значение в МОм                                       |
| 0x000A      | Float  | Сопротивление CH5  | Значение в МОм                                       |
| 0x000C      | Float  | Сопротивление CH6  | Значение в МОм                                       |
| 0x000E      | Float  | Сопротивление CH7  | Значение в МОм                                       |
| 0x0010      | Float  | Сопротивление CH8  | Значение в МОм                                       |
| 0x0012      | UInt16 | Счетчик итераций   | Показывает номер текущего измерения в цикле          |
| 0x0013      | UInt16 | Статус и Индекс    | Старший байт: Индекс команды<br>младший байт: Статус |

### Расшифровка статусных регистров

**Регистр 0x0012** (Счетчик измерений в цикле)

**Важно! Этот регистр Little Endian**

0xFFFF – измерение не производится (режим ожидания).

Число – порядковый номер текущего измерения.

**Регистр 0x0013** (Младший байт – Статус):

Байт статуса делится на две части по 4 бита: 0x[Канал][Настройка].

Биты 7..4 (Текущий канал).

1..9 – измеряется канал CH1..CH9 (внутренний), 15 – нет измерений.

Биты 3..0 (Настройка цикла).

0..8 – настроенное количество максимального количества каналов в цикле.

**Регистр 0x0013** (Старший байт - Индекс):

Число – индекс, полученный в последней широковещательной команде управления/ синхронизации.

### 2.3.4 Исключительные операции

Контроллер поддерживает сообщения информирования об исключительных ситуациях. Сообщения об исключительных ситуациях возникают только на запросы, адресованные данному контроллеру с корректными значениями CRC пакета (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Описание кодов исключительных ситуаций

| Код ошибки (Hex) | Тип ошибки             | Описание   |
|------------------|------------------------|--|
| 01h              | Ошибка функции         | Возникает при запросе с номером функции, которую не поддерживает данный контроллер   |
| 02h              | Ошибка адреса данных   | Возникает при запросе с адресом данных, которых нет в таблицах соответствия между адресами Modbus и внутренней памятью контроллера   |
| 03h              | Ошибка значения данных | В запросе содержатся значения данных, недопустимые для контроллера. Например – запрос количества регистров более чем 20, не совпадает количество регистров и длина данных и т.п. |

### 2.3.5 Примеры пакетов запросов/ответов

#### 2.3.5.1 Пример запроса на чтение данных

Шестнадцатеричное представление запроса: **01 04 00 00 00 14 F0 05**

Структура пакета запроса на чтение данных приведена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Структура пакета запроса

| Байт | Поле             | Пример | Описание  |
|------|------------------|--------|---|
| 0    | Адрес устройства | 0x01   | "00" - широковещательный,<br>"01"-"1F" - устройство |
| 1    | Код функции      | 0x04   | "04" - чтение, "06" - запись                        |
| 2-3  | Адрес регистра   | 0x0000 | Номер регистра начала                               |
| 4-5  | Длина данных     | 0x0014 | Количество регистров для чтения (20)                |
| 6-7  | CRC-16           | 0xF005 | Контрольная сумма                                   |

#### 2.3.5.2 Пример ответа на запрос чтения

Шестнадцатеричное представление ответа: **01 04 28 66 66 3F 86 21 48 3D CD 00 00 43 48 00 00 43 48 00 00 43 48 00 00 43 48 00 00 43 48 02 00 00 18 80 78**

Структура пакета ответа на запрос чтения данных приведена в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Структура пакета ответа

| Байт  | Поле             | Пример | Описание                                    |
|-------|------------------|--------|---|
| 0     | Адрес устройства | 0x01   | Должен совпадать с запрошенным              |
| 1     | Код функции      | 0x04   | То же, что в запросе                        |
| 2     | Длина данных     | 0x28   | Количество байт данных (40)                 |
| 3-42  | Данные           | -      | Результаты измерений и служебная информация |
| 43-44 | CRC-16           | 0xA304 | Контрольная сумма                           |

Расшифровка данных:

0x0000: Версия контроллера = 1.0.5 (66 66 3F 86 → 0x3F866666 → 1.0.5)

0x0002: CH1 = 0.1 МОм (21 48 3D CD → 0x3DCD2148 → 0.100161135)

0x0004: CH2 = 200.0 МОм (00 00 43 48 → 0x43480000 → 200.0)

0x0006: CH3 = 200.0 МОм (00 00 43 48 → 0x43480000 → 200.0)

0x0008: CH4 = 200.0 МОм (00 00 43 48 → 0x43480000 → 200.0)

0x000A: CH5 = 200.0 МОм (00 00 43 48 → 0x43480000 → 200.0)

0x000C: CH6 = 200.0 МОм (00 00 43 48 → 0x43480000 → 200.0)

0x000E: CH7 = 200.0 МОм (00 00 43 48 → 0x43480000 → 200.0)

0x0010: CH8 = 200.0 МОм (00 00 43 48 → 0x43480000 → 200.0)

0x0012: Счетчик итераций = 2 (02 00)

0x0013: Текущий канал измерения = 1 и настройка количества каналов = 8 (00 18)

### 2.3.5.3 Пример ответа при ошибке

Шестнадцатеричное представление ответа: **01 84 01 7D CF**

Расшифровка данных:

0x01: адрес устройства

0x84: код функции с флагом ошибки (0x04 | 0x80)

0x01: код ошибки (01h - Ошибка функции)

0x7DCF: CRC-16

## 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 3.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

КИД-И является необслуживаемым устройством и эксплуатируется до обнаружения отказа, не требует каких-либо настроек.

КИД-И не требует периодического технического обслуживания.

Рекомендуется проводить калибровку контроллера согласно методике калибровки ЕРКФ.411131.001МК с рекомендуемым интервалом в 3 года.

**ВНИМАНИЕ!** При измерении сопротивления изоляции мегаомметром цепей, которые подключены к КИД-И, данные измеряемые цепи необходимо отключать от КИД-И на время измерения.

Для возможности отключения от КИД-И измеряемых мегаомметром цепей все подключения к измерительным каналам КИД-И осуществляются через клеммы с размыкателями (показаны на рисунке 2.1).

### 3.2 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Монтаж, подключение и демонтаж КИД-И должны проводиться персоналом, имеющим группу допуска по электробезопасности не ниже III.

**НА ВСЕХ ШТЕКЕРАХ КИД-И ПРИСУТСТВУЕТ ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!**

## **4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ**

Ремонт производится в специализированных сервисных центрах или на предприятии-изготовителе.

При эксплуатации неисправный КИД-И не ремонтируется, заменяется на исправный из ЗИП.

Количество запасных КИД-И в ЗИП определяется проектом, исходя из расчета – один запасной на каждые десять КИД-И.

## **5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

КИД-И транспортируют в упаковке предприятия-изготовителя на любое расстояние всеми видами транспорта (в закрытых транспортных средствах).

Транспортирование осуществляется в соответствии с правилами перевозок, действующими на каждом виде транспорта.

Условия транспортирования должны соответствовать в части воздействия:

- механических нагрузок – группе Л по ГОСТ 23216-78;
- климатических факторов – группе 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.

## **6 УТИЛИЗАЦИЯ**

После окончания срока эксплуатации КИД-И не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды, поэтому предпринимать какие-либо специальные меры по утилизации изделия не требуется.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)

Таблица А.1 – Комбинации переключателей выбора адреса КИД-И

| Адресная линия       |                           | 5                        | 4   | 3   | 2   | 1   |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Базовый адрес модуля |                           | Положение переключателей |     |     |     |     |
| Десятичная система   | Шестнадцатеричная система |                          |     |     |     |     |
| 1                    | 0x01                      | OFF                      | OFF | OFF | OFF | ON  |
| 2                    | 0x02                      | OFF                      | OFF | OFF | ON  | OFF |
| 3                    | 0x03                      | OFF                      | OFF | OFF | ON  | ON  |
| 4                    | 0x04                      | OFF                      | OFF | ON  | OFF | OFF |
| 5                    | 0x05                      | OFF                      | OFF | ON  | OFF | ON  |
| 6                    | 0x06                      | OFF                      | OFF | ON  | ON  | OFF |
| 7                    | 0x07                      | OFF                      | OFF | ON  | ON  | ON  |
| 8                    | 0x08                      | OFF                      | ON  | OFF | OFF | OFF |
| 9                    | 0x09                      | OFF                      | ON  | OFF | OFF | ON  |
| 10                   | 0x0A                      | OFF                      | ON  | OFF | ON  | OFF |
| 11                   | 0x0B                      | OFF                      | ON  | OFF | ON  | ON  |
| 12                   | 0x0C                      | OFF                      | ON  | ON  | OFF | OFF |
| 13                   | 0x0D                      | OFF                      | ON  | ON  | OFF | ON  |
| 14                   | 0x0E                      | OFF                      | ON  | ON  | ON  | OFF |
| 15                   | 0x0F                      | OFF                      | ON  | ON  | ON  | ON  |
| 16                   | 0x10                      | ON                       | OFF | OFF | OFF | OFF |
| 17                   | 0x11                      | ON                       | OFF | OFF | OFF | ON  |
| 18                   | 0x12                      | ON                       | OFF | OFF | ON  | OFF |
| 19                   | 0x13                      | ON                       | OFF | OFF | ON  | ON  |
| 20                   | 0x14                      | ON                       | OFF | ON  | OFF | OFF |
| 21                   | 0x15                      | ON                       | OFF | ON  | OFF | ON  |
| 22                   | 0x16                      | ON                       | OFF | ON  | ON  | OFF |
| 23                   | 0x17                      | ON                       | OFF | ON  | ON  | ON  |
| 24                   | 0x18                      | ON                       | ON  | OFF | OFF | OFF |
| 25                   | 0x19                      | ON                       | ON  | OFF | OFF | ON  |
| 26                   | 0x1A                      | ON                       | ON  | OFF | ON  | OFF |
| 27                   | 0x1B                      | ON                       | ON  | OFF | ON  | ON  |
| 28                   | 0x1C                      | ON                       | ON  | ON  | OFF | OFF |
| 29                   | 0x1D                      | ON                       | ON  | ON  | OFF | ON  |
| 30                   | 0x1E                      | ON                       | ON  | ON  | ON  | OFF |
| 31                   | 0x1F                      | ON                       | ON  | ON  | ON  | ON  |