



**ЗАО "ЭМИКОН"**



**МОДУЛИ СЕРИИ DCS-2000**

**ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЕ**

*Руководство по эксплуатации*

**АЛГВ.420609.014 РЭ**

2008

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА .....	5
1.1 Назначение модулей .....	5
1.2 Технические характеристики .....	8
1.3 Устройство и работа .....	12
1.3.1 Конструкция модулей .....	12
1.3.2 Принцип работы .....	13
1.3.2.1 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-10 .....	13
1.3.2.2 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-11 .....	16
1.3.2.3 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-12 .....	18
1.3.2.4 Модуль контроля сопротивления AI-13 .....	20
1.3.2.5 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-19 .....	21
1.3.2.6 Модуль сопряжения с тензодатчиками CTF-11 .....	23
1.3.2.7 Модуль ввода дискретных сигналов DI-11 .....	24
1.3.2.8 Модуль ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11 .....	26
1.3.3 Программное обеспечение .....	29
1.3.3.1 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-10 .....	29
1.3.3.2 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-11 .....	30
1.3.3.3 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-12 .....	32
1.3.3.4 Модуль контроля сопротивления AI-13 .....	33
1.3.3.5 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-19 .....	34
1.3.3.6 Модуль сопряжения с тензодатчиками CTF-11 .....	35
1.3.3.7 Модуль ввода дискретных сигналов DI-11 .....	36
1.3.3.8 Модуль ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11 .....	37
1.4 Средства измерения, инструмент и принадлежности .....	38
1.5 Маркировка .....	38
1.6 Тара и упаковка .....	38
2 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ .....	39
3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	40
3.1 Эксплуатационные ограничения .....	40
3.2 Подготовка модуля к использованию .....	40
3.2.1 Порядок установки .....	41
3.2.2 Первичная поверка .....	44
3.3 Использование модуля .....	44
4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	44
5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ .....	44

6 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ .....	45
7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	45
8 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЗАКАЗА.....	45
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Приложение А. Внешний вид модулей .....	46
Приложение Б. Структурная схема модулей.....	54
Приложение В. Цоколевка разъемов модулей .....	62
Приложение Г. Пример подключения модулей .....	66
Приложение Д. Расположение элементов на платах модулей .....	77
Приложение Е. Общая схема обеспечения взрывозащищенности .....	85
Приложение Ж. Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем РЭ ..	86

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на модификации модулей серии DCS-2000 взрывозащищенных, представленные в таблице 1 (далее модули), и предназначено для ознакомления лиц, эксплуатирующих модули, с их устройством, принципом работы, основными правилами эксплуатации, обслуживания, хранения и транспортирования.

Документ содержит технические характеристики модулей, а также информацию, необходимую пользователю для правильного подключения модулей в составе распределенных систем управления.

Для более полного представления о работе модуля в РЭ приведены структурные схемы модулей и их описание, схемы подключения датчиков, цоколевки разъемов и схемы расположения элементов на платах модулей, а также общая схема обеспечения взрывозащищенности системы.

Для получения дополнительной информации см. также: “Интегрированная система разработки прикладного программного обеспечения CONT-Designer for Windows. Руководство программиста”, “Пакет прикладных программ тестирования контроллеров ЭК-2000, DCS-2000 и DCS-2001. Руководство по тестированию, наладке и ремонту модулей“.

К работе с модулями допускаются лица, изучившие настоящий документ и соответственно аттестованные.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 Назначение модулей

Полное наименование модулей:

**Модуль ввода аналоговых сигналов AI-10 АЛГВ.426431.047;**

**Модуль ввода аналоговых сигналов AI-11 АЛГВ.426431.026;**

**Модуль ввода аналоговых сигналов AI-12 АЛГВ.426431.027;**

**Модуль контроля сопротивления AI-13 АЛГВ.426431.033;**

**Модуль ввода аналоговых сигналов AI-19 АЛГВ.426431.029;**

**Модуль сопряжения с тензодатчиками STF-11 АЛГВ.426431.032;**

**Модуль ввода дискретных сигналов DI-11 АЛГВ.426434.009;**

**Модуль ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11 АЛГВ.426438.005.**

Модули предназначены для использования в составе распределенных систем управления и обеспечивают восприятие и обработку измерительной информации, представленной сигналами силы постоянного тока, напряжения (в том числе сигналами термопар различных типов), термопреобразователей сопротивления различных градуировок, тензодатчиков мостового типа, восприятие и обработку дискретных сигналов, выработку управляющих воздействий в виде выходных дискретных сигналов, информационный обмен по сети RS-485 (протокол MODBUS RTU), индикацию режимов работы и состояния дискретных входов и выходов, обмена данными по сети RS-485. Модули имеют два информационных канала, предназначенных для обмена по сети RS-485 (некоторые модификации имеют один информационный канал, см. таблицу 1).

Модуль AI-10 имеет четыре дифференциальных канала для подключения термопар типа ТХК (L) или ТХА (K). Модуль также имеет один канал для подключения термометров сопротивления типа ТСМ-50, ТСП-50 или ТСМ-100, ТСП-100 по четырехпроводной схеме для программной компенсации напряжения на холодном спае. Модуль преобразует сигналы, полученные с датчиков, в 12-разрядный цифровой код, доступный для считывания по сети RS-485. Каждый из потенциальных каналов модуля может быть перенастроен предприятием-изготовителем на другой диапазон входного сигнала, что позволяет использовать модуль с различными видами термопар в широком диапазоне измеряемых температур. В стандартной заводской настройке диапазон потенциальных аналоговых сигналов составляет 0...20 мВ, а шкала термометра сопротивления - 40...90 Ом или 80...180 Ом.

Модуль AI-11 имеет четыре дифференциальных канала для подключения к нему по трехпроводной схеме термометров сопротивления типа ТСМ-50, ТСП-50 или ТСМ-100, ТСП-100. Модуль преобразует сигналы, полученные с датчиков, в 12-разрядный цифровой код, доступный для считывания по сети RS-485.

Модуль AI-12 имеет четыре дифференциальных канала для подключения датчиков с выходным сигналом силы постоянного тока или напряжения. Модуль преобразует сигналы, полученные с датчиков, в 12-разрядный цифровой код, доступный для считывания по сети RS-485. В части модификаций модуля предусмотрена возможность питания датчиков тока от встроенных источников питания (см. таблицу 1).

Модуль AI-13 имеет четыре канала для подключения к нему по двухпроводной схеме пожарных извещателей пламени типа ИП212, ИП330 или ИП332. В модуле предусмотрено питание пожарных извещателей напряжением 24В от встроенного преобразователя напряжения с возможностью их программного отключения. Модуль преобразует сигналы, полученные с датчиков, в 12-разрядный цифровой код, доступный для считывания по сети RS-485.

Модуль AI-19 имеет четыре дифференциальных канала для подключения к нему по четырехпроводной схеме термометров сопротивления типа ТСМ-50, ТСП-50 или ТСМ-100,

ТСП-100. Модуль преобразует сигналы, полученные с датчиков, в 12-разрядный цифровой код, доступный для считывания по сети RS-485.

Модуль STF-11 имеет один канал для подключения по шестипроводной схеме тензодатчиков мостового типа, например тензорезисторных датчиков силы типа Т2. Модуль преобразует сигналы, полученные с датчика, в 10-, 12- или 16-разрядный цифровой код, доступный для считывания по сети RS-485. При 10-разрядном коде на выходе обеспечивается минимальное время преобразования, при 16-разрядном коде – максимальная точность преобразования.

Модуль DI-11 имеет восемь каналов для подключения датчиков дискретных сигналов типа “сухой контакт” с целью дальнейшей обработки сигналов микропроцессорными средствами. Модуль преобразует сигналы, полученные с датчиков, в 8-разрядный цифровой код, доступный для считывания по сети RS-485.

Модуль DIO-11 имеет четыре канала для подключения датчиков дискретных сигналов типа “сухой контакт” с целью дальнейшей обработки сигналов микропроцессорными средствами и четыре дискретных канала вывода с выходом типа MOSFET output. Модуль преобразует сигналы, полученные с датчиков, в 4-разрядный цифровой код, доступный для считывания по сети RS-485, а также управляет состоянием выходов по команде “ВЕДУЩЕГО” устройства по сети RS-485.

В таблице 1 представлены модификации модулей серии DCS-2000 взрывозащищенных, на которые распространяется настоящее РЭ.

Таблица 1

Обозначение	Шифр	Диапазон входного сигнала	Число каналов RS-485 (независимые, коммутируемые)	Примечания
АЛГВ.426431.047-00.01	AI-10-00.01	0 – 20 мВ, 40 – 90 Ом	2н	-
АЛГВ.426431.047-01.01	AI-10-01.01	0 – 20 мВ, 80 – 180 Ом	2н	-
АЛГВ.426431.026-00.01*	AI-11-00.01*	40 – 90 Ом	1	-
АЛГВ.426431.026-01.01*	AI-11-01.01*	40 – 90 Ом	1	увеличенная τ входного фильтра
АЛГВ.426431.026-02.01*	AI-11-02.01*	80 – 180 Ом	1	-
АЛГВ.426431.026-03.01*	AI-11-03.01*	80 – 180 Ом	1	увеличенная τ входного фильтра
АЛГВ.426431.026-04.01	AI-11-04.01	40 – 90 Ом	2к	-
АЛГВ.426431.026-05.01	AI-11-05.01	40 – 90 Ом	2к	увеличенная τ входного фильтра
АЛГВ.426431.026-06.01	AI-11-06.01	80 – 180 Ом	2к	-
АЛГВ.426431.026-07.01	AI-11-07.01	80 – 180 Ом	2к	увеличенная τ входного фильтра

Таблица 1 (продолжение)

Обозначение	Шифр	Диапазон входного сигнала	Число каналов RS-485 (независимые, ком-мутируемые)	Примечания	
				Число встроенных источников питания датчиков	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности, %
АЛГВ.426431.027-00.01*	AI-12-00.01*	4 – 20 мА	1	-	0,3
АЛГВ.426431.027-01.01*	AI-12-01.01*	4 – 20 мА	1	1	0,3
АЛГВ.426431.027-02.01*	AI-12-02.01*	4 – 20 мА	1	2	0,3
АЛГВ.426431.027-03.01*	AI-12-03.01*	4 – 20 мА	1	3	0,3
АЛГВ.426431.027-04.01*	AI-12-04.01*	4 – 20 мА	1	4	0,3
АЛГВ.426431.027-05.01*	AI-12-05.01*	0 – 5 мА	1	-	0,3
АЛГВ.426431.027-06.01*	AI-12-06.01*	0 – 5 мА	1	1	0,3
АЛГВ.426431.027-07.01*	AI-12-07.01*	0 – 5 мА	1	2	0,3
АЛГВ.426431.027-08.01*	AI-12-08.01*	0 – 5 мА	1	3	0,3
АЛГВ.426431.027-09.01*	AI-12-09.01*	0 – 5 мА	1	4	0,3
АЛГВ.426431.027-10.01	AI-12-10.01	0 – 20 мА	2н	-	0,2
АЛГВ.426431.027-11.01	AI-12-11.01	0 – 20 мА	2н	1	0,2
АЛГВ.426431.027-12.01	AI-12-12.01	0 – 20 мА	2н	2	0,2
АЛГВ.426431.027-13.01	AI-12-13.01	0 – 20 мА	2н	3	0,2
АЛГВ.426431.027-14.01	AI-12-14.01	0 – 20 мА	2н	4	0,2
АЛГВ.426431.027-15.01	AI-12-15.01	0 – 5 мА	2н	-	0,2
АЛГВ.426431.027-16.01	AI-12-16.01	0 – 5 мА	2н	1	0,2
АЛГВ.426431.027-17.01	AI-12-17.01	0 – 5 мА	2н	2	0,2
АЛГВ.426431.027-18.01	AI-12-18.01	0 – 5 мА	2н	3	0,2
АЛГВ.426431.027-19.01	AI-12-19.01	0 – 5 мА	2н	4	0,2
АЛГВ.426431.027-20.01*	AI-12-20.01*	4 – 20 мА	2к	-	0,3
АЛГВ.426431.027-21.01*	AI-12-21.01*	4 – 20 мА	2к	1	0,3
АЛГВ.426431.027-22.01*	AI-12-22.01*	4 – 20 мА	2к	2	0,3
АЛГВ.426431.027-23.01*	AI-12-23.01*	4 – 20 мА	2к	3	0,3
АЛГВ.426431.027-24.01*	AI-12-24.01*	4 – 20 мА	2к	4	0,3
АЛГВ.426431.027-25.01*	AI-12-25.01*	0 – 5 мА	2к	-	0,3
АЛГВ.426431.027-26.01*	AI-12-26.01*	0 – 5 мА	2к	1	0,3
АЛГВ.426431.027-27.01*	AI-12-27.01*	0 – 5 мА	2к	2	0,3
АЛГВ.426431.027-28.01*	AI-12-28.01*	0 – 5 мА	2к	3	0,3
АЛГВ.426431.027-29.01*	AI-12-29.01*	0 – 5 мА	2к	4	0,3
АЛГВ.426431.027-30.01	AI-12-30.01	0 – 10 В	2н	-	0,2
АЛГВ.426431.033-00.01*	AI-13-00.01*	0 – 20 мА	2к	-	-
АЛГВ.426431.033-02.01	AI-13-02.01	0 – 20 мА	2н	-	-
АЛГВ.426431.029-00.01	AI-19-00.01	40 – 90 Ом	2н	-	-
АЛГВ.426431.029-01.01	AI-19-01.01	80 – 180 Ом	2н	-	-
АЛГВ.426431.032-01	CTF-11-01	0 – 20 мВ	2к	-	-

Таблица 1 (продолжение)

Обозначение	Шифр	Диапазон входного сигнала	Число каналов RS-485 (независимые, ком-мутируемые)	Примечания
АЛГВ.426434.009-00.01*	DI-11-00.01	-	1	-
АЛГВ.426434.009-01.01	DI-11-01.01	-	2н	-
АЛГВ.426438.005-00.01*	DIO-11-00.01	-	1	-
АЛГВ.426438.005-01.01	DIO-11-01.01	-	2н	-

\* - модификации модулей, снятые с производства. Далее снятые с производства модификации не рассматриваются.

Модули являются взрывозащищенными с маркировкой взрывозащиты [Exib]IIC X в соответствии с ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999), устанавливаются вне взрывоопасных зон и искробезопасными цепями могут быть связаны с датчиками, расположенными во взрывоопасных зонах классов В-1а и В-1г (в зонах класса “1” и “2” по ГОСТ Р 51330.9-99, ГОСТ 30852.9-2002; см. раздел 2). У модулей DIO-11 искробезопасными являются только дискретные входы.

Модули являются восстанавливаемыми и ремонтнопригодными изделиями, предназначенными для круглосуточной непрерывной эксплуатации с возможностью многократного включения и выключения электропитания в течение суток.

Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от минус 25° С до плюс 60° С (без конденсации влаги);
- относительная влажность воздуха до 85% при температуре плюс 25° С;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

## 1.2 Технические характеристики

Общие технические характеристики модулей приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение параметра
Количество информационных каналов <sup>1</sup>	<b>1 или 2</b>
Интерфейс	<b>RS-485</b>
Протокол	<b>MODBUS RTU</b>
Скорость передачи данных <sup>2</sup> , бод	<b>2400; 9600; 38400; 115200; 230400; 460800; 921600</b>
Напряжение питания модуля <sup>3</sup> , В	<b>25 ± 2%</b>
Гальваническая развязка между внешним стабилизированным источником питания и системными цепями модуля, В, не менее	<b>500</b>
Габаритные размеры модуля, мм	<b>114x102x25</b>
Масса модуля, кг, не более	<b>0,1</b>

1. См. таблицу 1.
2. Выбирается установкой переключателей на плате модуля; для модулей AI-10, AI-11 и STF-11 скорости выше 115200 бод недоступны.
3. Электропитание модулей должно осуществляться от стабилизированного источника с напряжением гальванической изоляции от сети не менее 2500В.

Основные технические характеристики модуля AI-10 приведены в таблице 3.

Таблица 3

<b>Наименование параметра</b>	<b>Значение параметра</b>
Количество потенциальных каналов	<b>4</b>
Диапазон измеряемого напряжения, мВ <sup>1</sup>	<b>0...20</b>
Количество каналов для подключения термометров сопротивления	<b>1</b>
Диапазон измеряемого сопротивления, Ом	<b>40-90 (80 - 180)</b>
Входное сопротивление потенциальных каналов, кОм	<b>400</b>
Входное сопротивление канала для подключения термометров сопротивления, кОм	<b>400</b>
Величина тока встроенного источника, мА	<b>4 (2)</b>
Время преобразования мкс, не более	<b>10</b>
Время коммутации канала, мкс, не более	<b>50</b>
Постоянная времени аппаратного фильтра, мс	<b>22</b>
Постоянная фильтрации программного фильтра <sup>2</sup>	<b>36; 40; 48; 64</b>
Время полного обновления массива входов, мс <sup>3</sup>	<b>360</b>
Разрядность аналого-цифрового преобразования, бит	<b>12</b>
Основная погрешность преобразования, %, не более	<b>0,2</b>
Дополнительная температурная погрешность, %/ °С	<b>0,01</b>
Ток, потребляемый модулем от источника питания, мА, не более	<b>100</b>

1. Имеется возможность перенастройки на другой диапазон.
2. Записывается в виде уставки в энергонезависимую память модуля, по умолчанию – 48 (см. п. 1.3.3.1).
3. При минимальной постоянной фильтрации программного фильтра (см. п. 1.3.3.1).

Основные технические характеристики модуля AI-11 приведены в таблице 4.

Таблица 4

<b>Наименование параметра</b>	<b>Значение параметра</b>
Количество каналов ввода	<b>4</b>
Диапазон измеряемого сопротивления, Ом	<b>40-90 (80 - 180)</b>
Время коммутации канала мкс, не более	<b>1000</b>
Время преобразования мкс, не более	<b>180</b>
Разрядность аналого-цифрового преобразования, бит	<b>12</b>
Основная погрешность преобразования, %, не более	<b>0,3</b>
Дополнительная температурная погрешность, %/ °С	<b>0,01</b>
Величина тока встроенного источника, мА	<b>4 (2)</b>
Ток, потребляемый модулем от источника питания, мА, не более	<b>80</b>

Основные технические характеристики модуля AI-12 приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование параметра	Значение параметра
Количество каналов ввода	<b>4</b>
Входное сопротивление каналов, Ом	<b>50</b>
Напряжение питания измерительных каналов, В	<b>24,5 ± 2%</b>
Внутреннее сопротивление встроенного источника питания, Ом	<b>440</b>
Диапазон входных токовых сигналов <sup>1</sup> , мА	<b>0...5; 0...20; 4...20</b>
Диапазон измеряемого напряжения <sup>1</sup> , В	<b>0...10</b>
Время коммутации канала, мкс, не более	<b>50</b>
Время преобразования, мкс, не более	<b>10</b>
Минимальное время полного обновления массива входов <sup>2</sup> , мс	<b>120 или 360</b>
Разрядность аналого-цифрового преобразования, бит	<b>12</b>
Постоянная времени аппаратного фильтра, мс	<b>40</b>
Постоянная фильтрации программного фильтра <sup>3</sup>	<b>12; 16; 24; 36; 40; 48; 64</b>
Основная погрешность преобразования <sup>1</sup> , %, не более	<b>0,3 или 0,2</b>
Дополнительная температурная погрешность, %/°С	<b>0,01</b>
Ток, потребляемый модулем от источника питания, мА, не более	<b>215</b>

1. См. таблицу 1.
2. При минимальной постоянной фильтрации программного фильтра (см. п. 1.3.3.3).
3. Записывается в виде уставки в энергонезависимую память модуля (см. п. 1.3.3.3).

Основные технические характеристики модуля AI-13 приведены в таблице 6.

Таблица 6

Наименование параметра	Значение параметра
Количество каналов ввода	<b>4</b>
Входное сопротивление каналов, Ом	<b>850</b>
Напряжение встроенного источника питания на холостом ходу, В	<b>24,5 ± 2%</b>
Диапазон входных сигналов, мА	<b>0...20</b>
Возможность программного включения (выключения) питания каналов	<b>имеется</b>
Ток, потребляемый модулем от источника питания, мА, не более	<b>160</b>

Основные технические характеристики модуля AI-19 приведены в таблице 7.

Таблица 7

Наименование параметра	Значение параметра
Количество каналов ввода	4
Диапазон измеряемого сопротивления, Ом	40-90 (80 - 180)
Время коммутации канала мкс, не более	100
Время преобразования мкс, не более	100
Разрядность аналого-цифрового преобразования, бит	12
Основная погрешность преобразования, %, не более	0,2
Дополнительная температурная погрешность, %/°C	0,01
Величина тока встроенного источника, мА	5
Ток, потребляемый модулем от источника питания, мА, не более	100

Основные технические характеристики модуля STF-11 приведены в таблице 8.

Таблица 8

Наименование параметра	Значение параметра
Количество подключаемых тензодатчиков	1
Диапазон измеряемого напряжения, мВ	0 - 20
Номинальное напряжение питания датчиков, В	10
Время преобразования мс, не более	
10-разрядный код	8
12-разрядный код	25
16-разрядный код	350
Постоянная времени аппаратного фильтра, мс	47
Основная погрешность преобразования, %, не более	0,1
Дополнительная температурная погрешность, %/°C	0,005
Ток, потребляемый модулем от источника питания, мА, не более	150

Основные технические характеристики модуля DI-11 приведены в таблице 9.

Таблица 9

Наименование параметра	Значение параметра
Количество каналов ввода дискретных сигналов	8
Напряжение питания датчиков, В	24 ± 5%
Номинальный входной ток, мА	6...8
Сопротивление датчика, соответствующее состоянию "ВКЛЮЧЕНО", Ом, не более	1000
Сопротивление датчика, соответствующее состоянию "ВЫКЛЮЧЕНО", кОм, не менее	10
Постоянная времени аппаратного фильтра, мс	22
Постоянная фильтрации программного фильтра <sup>1</sup>	10...125
Ток, потребляемый модулем от источника питания, мА, не более	150

1. Записывается в виде уставки в энергонезависимую память модуля, по умолчанию – 10 (см. п. 1.3.3.7).

Основные технические характеристики модуля DIO-11 приведены в таблице 10.

Таблица 10

Наименование параметра	Значение параметра
Количество каналов ввода дискретных сигналов	4
Напряжение питания датчиков, В	24,5 ± 5%
Номинальный входной ток, мА	6...8
Сопротивление датчика, соответствующее состоянию “ВКЛЮЧЕНО”, Ом, не более	1000
Сопротивление датчика, соответствующее состоянию “ВЫКЛЮЧЕНО”, кОм, не менее	10
Постоянная времени аппаратного фильтра, мс	22
Постоянная фильтрации программного фильтра <sup>1</sup>	10...125
Количество каналов вывода дискретных сигналов	4
Максимальный ток нагрузки выхода, мА	100
Максимальный ток нагрузки группы выходов <sup>2</sup> , мА	250
Максимальное напряжение на закрытом ключе выхода, В	50
Ток утечки выхода в состоянии “ВЫКЛЮЧЕНО”, мкА, не более	5
Сопротивление выхода в состоянии “ВКЛЮЧЕНО”, Ом, не более <sup>3</sup>	35
Ток срабатывания защиты выходов <sup>4</sup> , мА, не более	300
Ток, потребляемый модулем от источника питания, мА, не более	130

1. Записывается в виде уставки в энергонезависимую память модуля, по умолчанию – 10 (см. п. 1.3.3.8).
2. Суммарный ток нагрузки через все выходные каналы при включенной схеме защиты выходов (см. пп. 1.3.2.8 и 3.2.1).
3. При включенной схеме защиты выходов (см. пп. 1.3.2.8 и 3.2.1). В зависимости от типа установленных выходных оптронов может составлять от 6 Ом до 35 Ом. При отключенной схеме защиты выходов значение уменьшается на 5 Ом.
4. При включенной схеме защиты выходов (см. пп. 1.3.2.8 и 3.2.1).

### 1.3 Устройство и работа

#### 1.3.1 Конструкция модулей

Внешний вид модулей показан в Приложении А.

Конструктивно модуль выполнен в виде многослойной печатной платы с расположенными на ней элементами (см. Приложение Д), установленной в пластмассовый корпус. Корпус имеет крепления для установки на DIN-рейку типа DIN3 (TS35/F6) или DIN1 (TS32/F6). Об особенностях конструкции, связанных с обеспечением взрывозащищенности, - см. раздел 2.

В качестве разъемов используются клеммные соединители типа MSTBA (MSTB) фирмы PHOENICS CONTACT (в модуле AI-19 соединитель X2 типа MC). Системный разъем X1 предназначен для подключения к модулю системного источника питания и сети RS-485, а также искрозащитного заземления. Соединитель X2 (X2 и X3 у модуля DIO-11) предназначен для подключения к модулю объектных кабелей. Соединение модулей с датчиками и исполнительными механизмами показано в Приложении Г.

На переднем торце корпуса расположены три (или одиннадцать для модулей DI-11 и DIO-11) светодиодов (см. Приложение Д). Светодиод “RXD” индицирует прием информации из сети RS-485. Светодиод “TXD” индицирует передачу информации из модуля в сеть RS-485. Прерывистое свечение светодиода “RUN” свидетельствует о том, что модуль находится во включенном, рабочем состоянии, а в процессорном устройстве модуля выполняется рабочая программа. На модуле DI-11 светодиоды IN1...IN8 сигнализируют о наличии сигнала на соответствующем дискретном входе. На модуле DIO-11 светодиоды IN1...IN4 сигнализируют о наличии сигнала на соответствующем дискретном входе, а светодиоды OUT1...OUT4 сигнализируют о включении соответствующего дискретного выхода.

Примечание. Внешний вид модулей и плат модулей может отличаться от показанного в Приложении А и Приложении Д соответственно, если эти различия не влияют на эксплуатацию модулей.

### 1.3.2 Принцип работы

Модули предназначены для работы в составе распределенных систем управления. Все устройства системы объединены локальной информационной сетью, работающей по протоколу MODBUS (интерфейс RS-485, скорость передачи данных до 230400 бод), и имеют свой логический адрес. Модуль принадлежит к устройствам нижнего уровня. В составе сети он работает в качестве “ПОДЧИНЕННОГО” устройства, исполняя команды “ВЕДУЩЕГО” устройства (например, процессорного модуля или CPU-17). Модули имеют два независимых или коммутируемых информационных канала для подключения локальной сети (но см. таблицу 1). Скорость обмена и логический адрес устройства задаются переключками на платах модулей (см. п. 3.2.1).

Цоколевки разъемов модулей приведены в Приложении В. Пример подключения к модулям датчиков (исполнительных механизмов) приведен в Приложении Г. Расположение переключек, светодиодов и защитных резисторов на платах модулей показано в Приложении Д.

#### 1.3.2.1 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-10

Модуль состоит из двух основных устройств:

- устройства аналогового, УА;
- устройства управления, УУ.

УА предназначено для фильтрации входных потенциальных сигналов с термопар и термометра сопротивления и их усиления, ограничения тока во входных цепях до искробезопасных значений (см. раздел 2), а также для формирования тока обтекания термометра сопротивления. УУ обеспечивает преобразование аналогового сигнала, формируемого УА, в 12-разрядный цифровой код, передачу этого кода в процессорную часть модуля по протоколу SPI, работу модуля в локальной сети, индикацию состояния модуля, а также некоторые служебные функции.

Структурная схема модуля, показанная в Приложении Б, содержит следующие функциональные узлы:

- схему фильтрации и защиты, СФЗ;
- источник стабильного тока, ИСТ;
- измерительный усилитель канала термокомпенсации, ИУКТ;
- измерительные усилители, ИУ1...ИУ4;
- входной коммутатор, ВК;
- изолирующие преобразователи напряжения, ИП1...ИП3;
- вторичный источник опорных напряжений, ВИОН;
- аналогово-цифровой преобразователь, АЦП;
- центральное процессорное устройство, ЦПУ;
- схема гальванической изоляции, СГИ;

- формирователи интерфейса RS-485, ФИ1...ФИ2;
- устройство индикации, УИ.

УА содержит СФЗ, ИСТ, ИУКТ, ИУ1...ИУ4, ВК, ИП1, ВИОН.

УУ содержит АЦП, ЦПУ, СГИ, ФИ1, ФИ2, ИП2, ИП3, УИ.

Принцип работы модуля состоит в следующем. Потенциальные входы модуля предназначены для подключения термопар типа ТХК или ТХА (L или K по международной классификации), стандартный диапазон 0...20 мА. Входные сигналы с термопар, проходя через СФЗ, поступают на входы дифференциальных измерительных усилителей ИУ1...ИУ4, выполненных на базе микросхем AD620 фирмы ANALOG DEVICES, где приводятся к диапазону 0...+5В. Постоянная времени фильтров, входящих в состав СФЗ, составляет 22 мс. Далее сигналы попадают на входы СН0... СН3 входного коммутатора ВК, управляемого ЦПУ при помощи сигналов ADR0...ADR2. Кроме того, на входы ВК заведены также реперные сигналы MAX, MID и MIN (СН7...СН5) и сигнал с канала компенсации температуры холодного спая (СН4).

Канал компенсации температуры холодного спая предназначен для подключения термометра сопротивления типа ТСМ-50, ТСП-50 или ТСМ-100, ТСП-100 по четырехпроводной схеме (диапазон 40...90 или 80...180 Ом). Ток обтекания формируется источником стабильного тока ИСТ, потенциальный сигнал с термометра сопротивления попадает на входы +IN и -IN модуля. Далее сигнал, пройдя через СФЗ попадает на вход дифференциального измерительного усилителя канала термокомпенсации ИУКТ, построенного на базе микросхемы AD620 фирмы ANALOG DEVICES, и после приведения к диапазону 0...+5В подается на вход СН4 ВК. Дифференциальные измерительные усилители ИУ1...ИУ4 и ИУКТ имеют отдельные цепи настройки нуля и усиления, что позволяет при необходимости в широких пределах изменять рабочий диапазон для каждого измерительного канала в отдельности. Настройка модуля или его перестройка на нестандартный рабочий диапазон осуществляется исключительно предприятием-изготовителем.

С выхода ВК сигнал подается на вход 12-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с последовательным выходом, выполненного на базе микросхемы AD7893 фирмы ANALOG DEVICES. Преобразование начинается по сигналу START ЦПУ, после преобразования данные об измерениях в последовательном коде по протоколу SPI передаются в ЦПУ, где происходит их дальнейшая обработка (см. п. 1.3.3.1).

Основой центрального процессорного устройства (ЦПУ) является однокристалльный микроконтроллер Atmega162 фирмы Atmel corp. Его основные характеристики приведены ниже:

- тактовая частота - 7,3728 МГц;
- память программ (In-System Self-programmable Flash) – 16 Кбайт;
- ОЗУ – 1 Кбайт.

Микроконтроллер также содержит множество встроенных периферийных устройств, среди которых:

- энергонезависимая память (EEPROM) – 512 байт;
- встроенная поддержка протокола SPI;
- два независимых устройства USART;
- четыре 8-разрядных параллельных порта ввода-вывода;
- четыре таймера.

Наряду с микроконтроллером в состав ЦПУ входит устройство охранного таймера Watchdog, выполненное на базе ИМС ADM705. Если в течение 1,6 с не происходит программной поддержки охранного таймера, происходит аппаратный сброс ЦПУ.

После получения данных об измерениях производится их программная фильтрация; отфильтрованные значения записываются в определенные регистры ОЗУ, доступные для

чтения “ВЕДУЩИМ” устройством по сети RS-485. Уставки (постоянные фильтрации) для каждого канала хранятся в энергонезависимой памяти (см. п. 1.3.3.1).

Если по сети RS-485 приходит запрос на чтение рабочих регистров от “ВЕДУЩЕГО” устройства, то он, проходя через формирователь интерфейса RS-485 (ФИ), попадает на вход устройства USART микроконтроллера. По этому факту формируется прерывание, происходит подготовка и передача ответа.

Формирователи интерфейса RS-485 построены на базе ИМС MAX3088, имеющих улучшенные характеристики по скорости и нагрузочной способности, и предназначены для управления обменом данными по сети RS-485. Переключение модуля на передачу данных осуществляется по сигналам RTS1 и RTS2 ЦПУ.

Все цепи модуля гальванически изолированы от каналов интерфейса RS-485 и внешних цепей питания. Гальваническая развязка обеспечивается схемой гальванической изоляции (СГИ) и изолирующими преобразователями напряжения ИП2...ИП3. СГИ построена на основе высокоскоростных оптронов HCPL-0630 фирмы HP. ИП2 и ИП3 построены на базе DC/DC конвертеров фирмы TRACO и формируют напряжения +5V и +5VA, необходимые для питания системной и интерфейсной частей модуля соответственно. Напряжение гальванической развязки между внешними (сеть RS-485 и питание) и системными цепями модуля составляет не менее 500 В.

ИП1 построен на базе DC/DC конвертера TRACO и предназначен для формирования напряжения  $\pm 12$  В, необходимого для работы аналоговой части модуля. ВИОН построен на базе ИМС AD586 и формирует опорные напряжения, необходимые для работы АЦП, ИУ1...ИУ4 и ИУКТ. Кроме того, ВИОН формирует реперные сигналы MAX, MID и MIN, которые соответствуют примерно 95%, 50% и 5% диапазона. Эти сигналы анализируются ЦПУ и необходимы для контроля работоспособности аналоговой части модуля.

Устройство индикации необходимо для отображения текущего состояния модуля. Индикаторами служат три светодиода, выведенные на переднюю панель (см. Приложения А и Д). Светодиоды “RXD” и “TXD” индицируют прием и передачу информации по сети RS-485. Светодиод “TXD” загорается, когда сигнал RTS1 или RTS2 переключает драйвер RS-485 на передачу. Светодиод “RXD” загорается, когда драйвер RS-485 включен на прием, а в линии присутствуют данные от активного передатчика. Индикация обмена данными осуществляется независимо от того, по какому из информационных каналов происходит обмен. Светодиод “RUN” включается специальным выходом микроконтроллера; его прерывистое свечение говорит о нормальном выполнении рабочей программы ЦПУ (см. также п. 1.3.3).

Переключатель J1 служит для заводской настройки модуля и в процессе эксплуатации ее положение изменять запрещается.

Согласование нагрузок локальной информационной сети, обусловленных протяженностью сети и количеством подключенных к ней модулей, выполняется с помощью переключателей J8...J10 для первого информационного канала и J11...J13 для второго. Установка переключателя J8 (J11) подключает шину “А” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу +5VA изолирующего преобразователя ИП3. Установка переключателя J9 (J12) подключает шину “В” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу SHIELD изолирующего преобразователя ИП3. Установка переключателя J10 (J13) подключает резистор 100 Ом между шинами “А” и “В” интерфейса RS-485. Если модуль является конечным устройством в сети RS-485, указанные переключатели должны быть установлены, в противном случае – сняты.

#### 1.3.2.2 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-11

Модуль состоит из двух основных устройств:

- устройства аналогового, УА;
- устройства управления, УУ.

УА предназначено для фильтрации входных сигналов от термометров и преобразования этих сигналов в напряжение от 0 до 4 В. УА также ограничивает ток во входных цепях модуля до искробезопасных значений (см. раздел 2).

УУ обеспечивает преобразование сигналов, формируемых УА, в 12-ти разрядный цифровой код и работу модуля в локальной сети.

Структурная схема модуля, показанная в Приложении Б, содержит следующие функциональные узлы:

- схему защиты входов аналогового коммутатора, СЗ;
- входной коммутатор, ВК;
- источники тока, ИТ1, ИТ2;
- входной дифференциальный измерительный усилитель, ИУ;
- вторичные источники питания, ИП1...ИП3;
- вторичный источник опорного напряжения, ВИОН;
- микропроцессор, ЦПУ;
- оптопары, ОП;
- формирователь интерфейсов RS-485, ФИ.

УА содержит СЗ, ВК, ИТ1, ИТ2, ИУ, ИП1, ВИОН.

УУ содержит ЦПУ, ОП, ФИ, ИП2, ИП3.

Принцип работы модуля состоит в следующем. ИТ1 и ИТ2 формируют токи, которые, в зависимости от состояния переключателей J2, J3, равны 2 или 4 мА. Если переключатели установлены, то токи равны 4 мА, что соответствует переходу на шкалу измерений сопротивления 40...90 Ом. Для измерения сопротивления термометров в диапазоне 40...90 Ом используются модификации модуля в соответствии с таблицей 1. Указанный диапазон изменения сопротивления соответствует шкале температур:

- для ТСМ-50 от минус 45 °С до плюс 185 °С;
- для ТСП-50 от минус 50 °С до плюс 210 °С.

Если переключатели отсутствуют, то токи равны 2 мА, что соответствует переходу на шкалу измерений сопротивления 80...180 Ом. Для измерения сопротивления термометров в диапазоне 80...180 Ом используются модификации модуля в соответствии с таблицей 1. В этом случае используются датчики типа ТСМ-100 и ТСП-100 в указанном выше диапазоне температур.

Входной сигнал через схему защиты СЗ поступает на входной коммутатор ВК. Далее этот сигнал подается на вход дифференциального измерительного усилителя ИУ, выполненного на приборе типа AD620 фирмы ANALOG DEVICES.

При использовании модуля в условиях высокого уровня помех, наводящихся на входные цепи, с помощью установки переключки J1 к входам ИУ подключается дополнительный конденсатор, позволяющий увеличить время фильтрации входных сигналов. Для измерения сопротивления термометров в диапазоне 40...90 Ом и 80...180 Ом с максимальным временем фильтрации используются модификации модуля в соответствии с таблицей 1.

С выхода измерительного усилителя сигнал поступает на вход аналого-цифрового преобразователя в составе ЦПУ. АЦП имеет восемь независимых входов. Один вход, ADC0, соединен с ВУ, а два других входа, ADC1, ADC2, задействованы под тестовые сигналы, вырабатываемые опорным источником ВИОН. Программный опрос этих входов позволяет проверить работоспособность модуля в целом.

Управление выборкой входного канала производят сигналы A0, A1, которые формируются на выходе параллельного порта микропроцессора.

Основой центрального процессорного устройства (ЦПУ) является однокристалльный микроконтроллер ATmega8535 фирмы Atmel corp. Его основные характеристики приведены ниже:

- тактовая частота - 7,3728 МГц;
- память программ (In-System Self-programmable Flash) – 8 Кбайт;
- ОЗУ – 512 байт.

Микроконтроллер также содержит множество встроенных периферийных устройств, среди которых:

- энергонезависимая память (EEPROM) – 512 байт;
- 8-канальный 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь;
- последовательный порт;
- четыре 8-разрядных параллельных порта ввода-вывода;
- три таймера.

Наряду с микроконтроллером в состав ЦПУ входит устройство охранного таймера Watchdog, выполненное на базе ИМС ADM705. Если в течение 1,6 с не происходит программной поддержки охранного таймера, происходит аппаратный сброс ЦПУ.

После получения данных об измерениях производится их программная фильтрация; отфильтрованные значения записываются в определенные регистры ОЗУ, доступные для чтения “ВЕДУЩИМ” устройством по сети RS-485 (см. п. 1.3.3.2). Уставки (постоянные фильтрации) для каждого канала хранятся в энергонезависимой памяти.

Если по сети RS-485 приходит запрос на чтение рабочих регистров от “ВЕДУЩЕГО” устройства, то он, проходя через формирователь интерфейса RS-485 (ФИ), попадает на вход устройства USART микроконтроллера. По этому факту формируется прерывание, происходит подготовка и передача ответа.

Вторичные источники питания ИП1, ИП2, ИП3 гальванически изолируют питание модуля от системного источника питания. ИП1, преобразуя входное напряжение в напряжение  $\pm 12$  В, обеспечивает питание аналоговой части модуля. ИП2, преобразуя входное напряжение в напряжение +5 В, обеспечивает питание цифровых микросхем УУ. ИП3, преобразуя входное напряжение в напряжение +5В, обеспечивает питание буферных преобразователей интерфейса RS-485. ФИ, выполненный на базе микросхемы AD485 (MAX3085), с помощью ОП и ИП3 гальванически изолирован от других устройств модуля.

Согласование нагрузок локальной информационной сети, обусловленных протяженностью сети и количеством подключенных к ней модулей, выполняется с помощью перемычек J11...J16. J11...J13 используются для первого информационного канала и J14...J16 для второго. Установка перемычки J11 (J14) подключает шину “А” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу +5VA изолирующего преобразователя ИП3. Установка перемычки J12 (J15) подключает шину “В” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу SHIELD изолирующего преобразователя ИП3. Установка перемычки J13 (J16) подключает резистор 100 Ом между шинами “А” и “В” интерфейса RS-485. Если модуль является окончательным устройством в сети RS-485, указанные перемычки должны быть установлены, в противном случае – сняты.

### 1.3.2.3 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-12

Модуль состоит из двух основных устройств:

- устройства аналогового, УА;
- устройства управления, УУ.

УА предназначено для фильтрации входных токовых сигналов, преобразования этих сигналов в потенциальные и их усиления. Кроме этого, некоторые модификации модуля (см. табл. 1) обеспечивают питание токовых датчиков от встроенных в модуль преобразователей напряжением 24 В. УА также ограничивает ток во входных цепях модуля до искробезопасных значений (см. раздел 2). УУ обеспечивает преобразование аналогового сигнала, формируемого УА, в 12-разрядный цифровой код, передачу этого кода в процессорную часть модуля по протоколу SPI, работу модуля в локальной сети, индикацию состояния модуля, а также некоторые служебные функции.

Структурная схема модуля, показанная в Приложении Б, содержит следующие функциональные узлы:

- схему фильтрации входных сигналов и защиты входов аналогового коммутатора, СФЗ;
- входной коммутатор, ВК;
- входной дифференциальный измерительный усилитель, ИУ;
- развязывающие преобразователи напряжения, ПН1...ПН4;
- изолирующие преобразователи напряжения, ИП1...ИП3;
- вторичный источник опорного напряжения, ВИОН;
- аналогово-цифровой преобразователь, АЦП;
- центральное процессорное устройство, ЦПУ;
- схема гальванической изоляции, СГИ;
- формирователи интерфейса RS-485, ФИ1...ФИ2;
- устройство индикации, УИ.

УА содержит СФЗ, ВК, ИУ, ПН1...ПН4, ИП1, ВИОН.

УУ содержит АЦП, ЦПУ, СГИ, ФИ1, ФИ2, ИП2, ИП3, УИ.

Принцип работы модуля состоит в следующем. Входной сигнал, проходя через СФЗ, поступает на входы коммутатора ВК, управляемого ЦПУ при помощи сигналов АА0 и АА1. Далее сигнал с выбранного канала ВК подается на вход дифференциального измерительного усилителя ИУ, выполненного на базе прибора AD620 фирмы ANALOG DEVICES. В ИУ осуществляется усиление входного сигнала для приведения его к значению, необходимому для преобразования в АЦП (0...+5 В).

С выхода измерительного усилителя сигнал подается на вход 12-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с последовательным выходом, выполненного на базе прибора AD7893 фирмы ANALOG DEVICES. Преобразование начинается по сигналу START ЦПУ, после преобразования данные об измерениях в последовательном коде по протоколу SPI передаются в ЦПУ, где происходит их дальнейшая обработка (см. п. 1.3.3.3).

Основой центрального процессорного устройства (ЦПУ) является однокристальный микроконтроллер Atmega162 фирмы Atmel corp. Его основные характеристики приведены в п. 1.3.2.1. Наряду с микроконтроллером в состав ЦПУ входит устройство охранного таймера Watchdog, выполненное на базе ИМС ADM705. Если в течение 1,6 с не происходит программной поддержки охранного таймера, происходит аппаратный сброс ЦПУ.

После получения данных об измерениях производится их программная фильтрация; отфильтрованные значения записываются в определенные регистры ОЗУ, доступные для чтения "ВЕДУЩИМ" устройством по сети RS-485. Уставки (постоянные фильтрации) для каждого канала хранятся в энергонезависимой памяти (см. п. 1.3.3.3).

Если по сети RS-485 приходит запрос на чтение рабочих регистров от “ВЕДУЩЕГО” устройства, то он, проходя через формирователь интерфейса RS-485 (ФИ), попадает на вход устройства USART микроконтроллера. По этому факту формируется прерывание, происходит подготовка и передача ответа.

Формирователи интерфейса RS-485 построены на базе ИМС MAX3088, имеющих улучшенные характеристики по скорости и нагрузочной способности, и предназначены для управления обменом данными по сети RS-485. Переключение модуля на передачу данных осуществляется по сигналам RTS1 и RTS2 ЦПУ.

Все цепи модуля гальванически изолированы от каналов интерфейса RS-485 и внешних цепей питания. Гальваническая развязка обеспечивается схемой гальванической изоляции (СГИ) и изолирующими преобразователями напряжения ИП1...ИП3. СГИ построена на основе высокоскоростных оптронов HCPL-0630 фирмы HP. ИП2 и ИП3 построены на базе DC/DC конвертеров фирмы TRACO и формируют напряжения +5V и +5VA, необходимые для питания системной и интерфейсной частей модуля соответственно. Напряжение гальванической развязки между внешними (сеть RS-485 и питание) и системными цепями модуля составляет не менее 500 В.

Развязывающие преобразователи напряжения ПН1...ПН4 обеспечивают независимое питание датчиков, подключенных к разным каналам. К модулю можно подключать активные датчики (АД) и пассивные (ПД). АД содержат собственный источник питания и подключаются к входам модуля +IN и -IN. ПД не имеют собственного источника питания и запитываются от встроенных в модуль ПН1...ПН4, которые формируют напряжение 24 В. В этом случае датчик подключается к выходу преобразователя напряжения +E и к входу +IN. Общий провод ПН соединен со входом -IN. Необходимо помнить, что вход +E должен соответствовать каналу подключения. Если выбран канал 1, то ПД подключается между входом +IN1 и выходом +E1 (см. Приложение Г).

ИП1 построен на базе DC/DC конвертера TRACO и предназначен для формирования напряжения  $\pm 12$  В, необходимого для работы аналоговой части модуля. ВИОН построен на базе ИМС AD680 и формирует опорное напряжение +2,5 В, необходимое для работы АЦП и ИУ.

Устройство индикации необходимо для отображения текущего состояния модуля. Индикаторами служат три светодиода, выведенные на переднюю панель (см. Приложения А и Д). Светодиоды “RXD” и “TXD” индицируют прием и передачу информации по сети RS-485. Светодиод “TXD” загорается, когда сигнал RTS1 или RTS2 переключает драйвер RS-485 на передачу. Светодиод “RXD” загорается, когда драйвер RS-485 включен на прием, а в линии присутствуют данные от активного передатчика. Индикация обмена данными осуществляется независимо от того, по какому из информационных каналов происходит обмен. Светодиод “RUN” включается специальным выходом микроконтроллера; его прерывистое свечение говорит о нормальном выполнении рабочей программы ЦПУ (см. также п. 1.3.3).

Переключатель J1 служит для заводской настройки модуля и в процессе эксплуатации ее положение изменять запрещается.

Согласование нагрузок локальной информационной сети, обусловленных протяженностью сети и количеством подключенных к ней модулей, выполняется с помощью переключателей J16...J18 для первого информационного канала и J19...J21 для второго. Установка переключателя J16 (J19) подключает шину “А” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу +5VA изолирующего преобразователя ИП3. Установка переключателя J17 (J20) подключает шину “В” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу SHIELD изолирующего преобразователя ИП3. Установка переключателя J18 (J21) подключает резистор 100 Ом между шинами “А” и “В” интерфейса RS-485. Если модуль является конечным устройством в сети RS-485, указанные переключатели должны быть установлены, в противном случае – сняты.

#### 1.3.2.4 Модуль контроля сопротивления AI-13

Модуль состоит из двух основных устройств:

- устройства аналогового, УА;
- устройства управления, УУ.

УА предназначено для фильтрации входных токовых сигналов, преобразования этих сигналов в потенциальные и их усиления. УА также ограничивает ток во входных цепях модуля до искробезопасных значений (см. раздел 2) и обеспечивает управление питанием входных каналов по сигналам УУ. УУ обеспечивает преобразование аналогового сигнала, формируемого УА, в 12-разрядный цифровой код, передачу этого кода в процессорную часть модуля по протоколу SPI, работу модуля в локальной сети, индикацию состояния модуля, а также некоторые служебные функции.

Структурная схема модуля, показанная в Приложении Б, содержит следующие функциональные узлы:

- схему фильтрации входных сигналов и защиты входов аналогового коммутатора, СФЗ;
- входной коммутатор, ВК;
- входной усилитель, ВУ;
- схему коммутации питания, СКП;
- изолирующие преобразователи напряжения, ИП1...ИП3;
- аналогово-цифровой преобразователь, АЦП;
- центральное процессорное устройство, ЦПУ;
- схема гальванической изоляции, СГИ;
- формирователи интерфейса RS-485, ФИ1...ФИ2;
- устройство индикации, УИ.

УА содержит СФЗ, ВК, ВУ, СКП, ИП1.

УУ содержит АЦП, ЦПУ, СГИ, ФИ1, ФИ2, ИП2, ИП3, УИ.

Принцип работы модуля состоит в следующем. Входной сигнал, проходя через СФЗ, поступает на входы коммутатора ВК, управляемого ЦПУ при помощи сигналов АА0 и АА1. Далее сигнал с выбранного канала ВК подается на входной усилитель ВУ. В ВУ осуществляется усиление входного сигнала для приведения его к значению, необходимому для преобразования в АЦП (0...+ 5 В).

С выхода измерительного усилителя сигнал подается на вход 12-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с последовательным выходом, выполненного на базе прибора AD7893 фирмы ANALOG DEVICES. Преобразование начинается по сигналу START ЦПУ, после преобразования данные об измерениях в последовательном коде по протоколу SPI передаются в ЦПУ, где происходит их дальнейшая обработка (см. п. 1.3.3.4).

Основой центрального процессорного устройства (ЦПУ) является однокристалльный микроконтроллер Atmega162 фирмы Atmel corp. Его основные характеристики приведены в п. 1.3.2.1. Наряду с микроконтроллером в состав ЦПУ входит устройство охранного таймера Watchdog, выполненное на базе ИМС ADM705. Если в течение 1,6 с не происходит программной поддержки охранного таймера, происходит аппаратный сброс ЦПУ.

После получения данных об измерениях производится их программная фильтрация; отфильтрованные значения записываются в определенные регистры ОЗУ, доступные для чтения "ВЕДУЩИМ" устройством по сети RS-485. Уставки (постоянные фильтрации) для каждого канала хранятся в энергонезависимой памяти (см. п. 1.3.3.4).

Схема коммутации питания (СКП) отключает питание каждого канала (питание датчиков тока), когда соответствующий сигнал управления ON1...ON4, приходящий с ЦПУ, становится неактивным. Управление СКП осуществляется при помощи четырех младших

битов одного из регистров ОЗУ, доступных пользователю для записи по сети RS-485 (см. п. 1.3.3.4). По умолчанию питание во всех каналах включено.

Если по сети RS-485 приходит запрос на чтение рабочих регистров от “ВЕДУЩЕГО” устройства, то он, проходя через формирователь интерфейса RS-485 (ФИ), попадает на вход устройства USART микроконтроллера. По этому факту формируется прерывание, происходит подготовка и передача ответа.

Формирователи интерфейса RS-485 построены на базе ИМС MAX3088, имеющих улучшенные характеристики по скорости и нагрузочной способности, и предназначены для управления обменом данными по сети RS-485. Переключение модуля на передачу данных осуществляется по сигналам RTS1 и RTS2 ЦПУ.

Все цепи модуля гальванически изолированы от каналов интерфейса RS-485 и внешних цепей питания. Гальваническая развязка обеспечивается схемой гальванической изоляции (СГИ) и изолирующими преобразователями напряжения ИП1...ИП3. СГИ построена на основе высокоскоростных оптронов HCPL-0630 фирмы HP. ИП2 и ИП3 построены на базе DC/DC конвертеров фирмы TRACO и формируют напряжения +5V и +5VS, необходимые для питания системной и интерфейсной частей модуля соответственно. ИП1 также построен на базе DC/DC конвертера TRACO и предназначен для формирования напряжений + 12 В и + 24 В, необходимых для работы аналоговой части модуля и питания входных каналов (датчиков тока). Напряжение гальванической развязки между внешними (сеть RS-485 и питание) и системными цепями модуля составляет не менее 500 В.

Устройство индикации необходимо для отображения текущего состояния модуля. Индикаторами служат три светодиода, выведенные на переднюю панель (см. Приложения А и Д). Светодиоды “RXD” и “TXD” индицируют прием и передачу информации по сети RS-485. Светодиод “TXD” загорается, когда сигнал RTS1 или RTS2 переключает драйвер RS-485 на передачу. Светодиод “RXD” загорается, когда драйвер RS-485 включен на прием, а в линии присутствуют данные от активного передатчика. Индикация обмена данными осуществляется независимо от того, по какому из информационных каналов происходит обмен. Светодиод “RUN” включается специальным выходом микроконтроллера; его прерывистое свечение говорит о нормальном выполнении рабочей программы ЦПУ (см. также п. 1.3.3).

Согласование нагрузок локальной информационной сети, обусловленных протяженностью сети и количеством подключенных к ней модулей, выполняется с помощью перемычек J10...J12 для первого информационного канала и J13...J15 для второго. Установка перемычки J10 (J13) подключает шину “А” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу +5VS изолирующего преобразователя ИП3. Установка перемычки J11 (J14) подключает шину “В” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу SHIELD изолирующего преобразователя ИП3. Установка перемычки J12 (J15) подключает резистор 100 Ом между шинами “А” и “В” интерфейса RS-485. Если модуль является окончательным устройством в сети RS-485, указанные перемычки должны быть установлены, в противном случае – сняты.

### 1.3.2.5 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-19

Модуль состоит из двух основных устройств:

- устройства аналогового, УА;
- устройства управления, УУ.

УА предназначено для фильтрации входных сигналов от термометров сопротивления и преобразования этих сигналов в напряжение от 0 до 5 В.

УУ обеспечивает преобразование сигналов, формируемых УА, в 12-ти разрядный цифровой код и работу модуля в локальной сети.

Структурная схема модуля, показанная в Приложении Б, содержит следующие функциональные узлы:

- схему защиты входов аналогового коммутатора, СЗ;
- входной коммутатор, ВК;
- источники тока, ИТ1 – ИТ4;
- входной дифференциальный измерительный усилитель, ИУ;
- вторичные источники питания, ИП1...ИП3;
- вторичный источник опорного напряжения, ВИОН;
- аналогово-цифровой преобразователь, АЦП;
- микропроцессор, ЦПУ;
- оптопары, ОП;
- формирователь интерфейсов RS-485, ФИ.

УА содержит СЗ, ВК, ИТ1, ИТ2, ИУ, ИП1, ВИОН, АЦП.

УУ содержит ЦПУ, ОП, ФИ, ИП2, ИП3.

Принцип работы модуля состоит в следующем. Источники тока ИТ1 – ИТ4 формируют токи номинальной величины 5 мА. Для измерения сопротивления термометров сопротивления в диапазоне 40...90 Ом усиление ИУ увеличивается в 2 раза по сравнению с диапазоном 80...180 Ом с помощью переключки J1. Указанный диапазон измерения сопротивления соответствует шкале температур:

- для ТСМ-50 от минус 45° С до плюс 185° С;
- для ТСП-50 от минус 50° С до плюс 210° С.

Если переключка отсутствует, то шкала измерения сопротивления составляет 80...180 Ом. В этом случае используются датчики типа ТСМ-100 и ТСП-100 в указанном выше диапазоне температур. Соответствие модификаций модуля и входной шкалы приведено в таблице 1.

Входной сигнал через схему защиты СЗ поступает на входной коммутатор ВК. Далее этот сигнал подается на вход дифференциального измерительного усилителя ИУ, выполненного на приборе типа AD620 фирмы ANALOG DEVICES. С выхода измерительного усилителя сигнал поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП) типа AD7893, связанного с микропроцессором по последовательному периферийному интерфейсу SPI.

Управление выборкой входного канала производят сигналы А0, А1, которые формируются на выходе параллельного порта микроконтроллера, входящего в состав центрального процессорного устройства (ЦПУ).

Основой ЦПУ является однокристалльный микроконтроллер Atmega162 фирмы Atmel согр. Его основные характеристики приведены в п. 1.3.2.1. Наряду с микроконтроллером в состав ЦПУ входит устройство охранного таймера Watchdog, выполненное на базе ИМС ADM705. Если в течение 1,6 с не происходит программной поддержки охранного таймера, происходит аппаратный сброс ЦПУ.

После получения данных об измерениях производится их программная фильтрация; отфильтрованные значения записываются в определенные регистры ОЗУ, доступные для чтения “ВЕДУЩИМ” устройством по сети RS-485. Уставки (постоянные фильтрации) для каждого канала хранятся в энергонезависимой памяти (см. п. 1.3.3.5).

Если по сети RS-485 приходит запрос на чтение рабочих регистров от “ВЕДУЩЕГО” устройства, то кодовые комбинации запроса, представленные сигналами интерфейса RS-485, с помощью формирователей интерфейсов RS-485 (ФИ) преобразуются в сигналы уровня ТТЛ, которые, в свою очередь, поступают на вход устройства USART микроконтроллера. По этому факту формируется прерывание, происходит подготовка и передача ответа.

ФИ построены на базе ИМС MAX3088, имеющих улучшенные характеристики по скорости и нагрузочной способности, и с помощью ОП и ИП3 гальванически изолированы от других устройств модуля. Переключение модуля на передачу данных осуществляется по сигналам RTS1 и RTS2 ЦПУ.

Вторичные источники питания ИП1, ИП2, ИП3 гальванически изолируют питание модуля от внешнего источника питания. ИП1, преобразуя входное напряжение в напряжение  $\pm 12$  В, обеспечивает питание аналоговой части модуля. ИП2, преобразуя входное напряжение в напряжение +5 В, обеспечивает питание цифровых микросхем УУ. ИП3, преобразуя входное напряжение в напряжение +5 В, обеспечивает питание преобразователей интерфейса RS-485.

Согласование нагрузок локальной информационной сети, обусловленных протяженностью сети и количеством подключенных к ней модулей, выполняется с помощью перемычек J11...J16. Установка перемычки J13 (J16) подключает резистор 100 Ом между шинами “А” и “В” интерфейса RS-485. Установка перемычки J12 (J15) подключает терминальный резистор 3,3 кОм соединенный с шиной SHIELD к линии В. Установка перемычки J11 (J14) подключает терминальный резистор, подключенный к шине +5VS (питание ФИ) к линии А.

### 1.3.2.6 Модуль сопряжения с тензодатчиками STF-11

Модуль состоит из двух основных устройств:

- устройства аналогового, УА;
- устройства управления, УУ.

УА предназначено для фильтрации входных сигналов с тензодатчика, преобразования этих сигналов в меандр с частотой следования импульсов примерно от 50 до 200 кГц и для формирования стабильного напряжения питания тензодатчика. УА также ограничивает ток во входных цепях модуля до искробезопасных значений (см. раздел 2).

УУ обеспечивает преобразование аналогового сигнала, формируемого УА, в 10-, 12- или 16-разрядный цифровой код, работу модуля в локальной сети, индикацию состояния модуля, а также некоторые служебные функции.

Структурная схема модуля, показанная в Приложении Б, содержит следующие функциональные узлы:

- схему защиты входа, СЗ;
- источник питания датчика, ИПД;
- входной дифференциальный измерительный усилитель, ИУ;
- вторичные источники питания, ИП1...ИП3;
- вторичный источник опорного напряжения, ВИОН;
- преобразователь напряжение – частота, ПНЧ;
- кварцевый генератор, КГ;
- микропроцессор, ЦПУ;
- оптопары, ОП;
- формирователь интерфейса RS-485, БИ1 и БИ2.

УА содержит СЗ, ИПД, ИП1, ИУ, ВИОН, ПНЧ.

УУ содержит ЦПУ, КГ, ОП, БИ1, БИ2, ИП2, ИП3.

Принцип работы модуля состоит в следующем. Источник питания датчика формирует стабильное напряжение 10В на выходах “+Е” и “-Е” модуля, которое используется для питания тензодатчика мостового типа. Величина этого напряжения контролируется через измерительные входы источника питания датчика “+S” и “-S”.

Входной сигнал через схему защиты СЗ поступает на вход дифференциального измерительного усилителя ИУ, выполненного на приборе типа AD620 фирмы ANALOG DEVICES.

С выхода измерительного усилителя сигнал поступает на вход преобразователя напряжение – частота, выполненного на микросхеме AD652 фирмы ANALOG DEVICES. Преобразователь напряжение - частота преобразует сигнал с выхода ИУ в последовательность импульсов, частота следования которых пропорциональна величине сигнала с тензодатчика и

лежит в пределах 50 ... 200 кГц. Эта последовательность подается на вход PB1 ЦПУ для обработки результатов измерений. После обработки информация об измерениях записывается в определенные регистры ОЗУ, доступные для чтения “ВЕДУЩИМ” устройством по сети RS-485. Алгоритм измерений с точки зрения ПО описан в п. 1.3.3.6.

Опорные напряжения, формируемые ВИОН необходимы для правильного функционирования ИУ и ИПД.

Основой центрального процессорного устройства (ЦПУ) является однокристалльный микроконтроллер ATmega8535 фирмы Atmel corp. Его основные характеристики приведены в п. 1.3.2.2. Наряду с микроконтроллером в состав ЦПУ входит устройство охранного таймера Watchdog, выполненное на базе ИМС ADM705. Если в течение 1,6 с не происходит программной поддержки охранного таймера, происходит аппаратный сброс ЦПУ.

Вторичные источники питания ИП1, ИП2, ИП3, выполненные на базе микросхем DC-DC конверторов ТМН2412D и ТМА2405S фирмы TRACO, гальванически изолируют питание модуля от системного источника питания. ИП1, преобразуя входное напряжение в напряжение  $\pm 12$  В, обеспечивает питание аналоговой части модуля. ИП2, преобразуя входное напряжение в напряжение +5 В, обеспечивает питание цифровых микросхем УУ. ИП3, преобразуя входное напряжение в напряжение +5В, обеспечивает питание буферных преобразователей интерфейса RS-485.

Если по сети RS-485 приходит запрос на чтение рабочих регистров от “ВЕДУЩЕГО” устройства, то он, проходя через блок интерфейса RS-485 (БИ), попадает на вход устройства USART микроконтроллера. По этому факту формируется прерывание, происходит подготовка и передача ответа.

Модуль имеет два коммутируемых канала RS-485, один из которых используется в качестве основного, а другой – в качестве резервного. Управление передатчиками БИ1 и БИ2 и коммутация информационных каналов осуществляется по сигналу PC7 ЦПУ. Механизм коммутации связанных каналов описан в п. 1.3.3.5. Скорость обмена данными выбирается при помощи переключателей, устанавливаемых на две первых пары выводов разъема XP1 (см. п. 3.2.1). БИ1 и БИ2 с помощью ОП и ИП3 гальванически изолированы от других устройств модуля.

Согласование нагрузок локальной информационной сети, обусловленных ее протяженностью и количеством подключенных модулей, выполняется с помощью переключателей J7...J12. Установка переключателя J7 или J10 подключает шину “А” (первого или второго канала соответственно) интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу +5V1 источника питания ИП3. Установка переключателя J8 или J11 подключает шину “В” (первого или второго канала соответственно) интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу SHIELD источника питания ИП3. Установка переключателя J9 или J12 подключает резистор 100 Ом между шинами “А” и “В” (первого или второго канала соответственно) интерфейса RS-485. Если модуль является оконечным устройством в сети RS-485, указанные переключатели должны быть установлены, в противном случае – сняты.

### 1.3.2.7 Модуль ввода дискретных сигналов DI-11

Модуль состоит из двух основных устройств:

- устройства приема дискретных сигналов, УПДС;
- устройства управления, УУ.

УПДС предназначено для питания дискретных датчиков, обеспечения гальванической развязки входных сигналов от системных цепей, фильтрации входных сигналов и преобразования этих сигналов в TTL-уровень для дальнейшей обработки в УУ. УПДС также ограничивает ток во входных цепях модуля до искробезопасных значений (см. раздел 2). УУ обеспечивает обработку сигналов, формируемых УПДС, их преобразование в 8-разрядный цифровой код (информация о состоянии дискретных входов отображается в восьми младших

битах 16-разрядного регистра), работу модуля в локальной сети, индикацию состояния модуля, а также некоторые служебные функции.

Структурная схема модуля, показанная в Приложении Б, содержит следующие функциональные узлы:

- устройство сопряжения со входными сигналами, УС;
- схемы гальванической изоляции, СГИ1 и СГИ2;
- буферный формирователь, БФ;
- изолирующие преобразователи напряжения, ИП1...ИП3;
- центральное процессорное устройство, ЦПУ;
- формирователи интерфейса RS-485, ФИ1...ФИ2;
- устройство индикации, УИ.

УПДС содержит УС, СГИ1, БФ, ИП1.

УУ содержит ЦПУ, СГИ2, ФИ1, ФИ2, ИП2, ИП3, УИ.

Принцип работы модуля состоит в следующем. При срабатывании датчика на соответствующем входе УС появляется активный уровень, который, попадая на СГИ1 открывает оптрон нужного канала. Дискретный сигнал с выхода СГИ1 попадает на соответствующий вход буферного формирователя БФ, где осуществляется фильтрация и приведение сигнала к TTL-уровню. Выходы БФ соединены со входами ЦПУ, где происходит считывание и дальнейшая программная обработка состояния дискретных входов (см. п. 1.3.3.7).

Основой центрального процессорного устройства (ЦПУ) является однокристалльный микроконтроллер Atmega162 фирмы Atmel corp. Его основные характеристики приведены в п. 1.3.2.1. Наряду с микроконтроллером в состав ЦПУ входит устройство охранного таймера Watchdog, выполненное на базе ИМС ADM705. Если в течение 1,6 с не происходит программной поддержки охранного таймера, происходит аппаратный сброс ЦПУ.

После получения данных о состоянии входов производится их программная фильтрация; отфильтрованные значения записываются в определенный регистр ОЗУ (в виде восьми младших битов), доступный для чтения "ВЕДУЩИМ" устройством по сети RS-485. Уставки (постоянные фильтрации) для каждого канала хранятся в энергонезависимой памяти (см. п. 1.3.3.7).

Если по сети RS-485 приходит запрос на чтение рабочих регистров от "ВЕДУЩЕГО" устройства, то он, проходя через формирователь интерфейса RS-485 (ФИ), попадает на вход устройства USART микроконтроллера. По этому факту формируется прерывание, происходит подготовка и передача ответа.

Формирователи интерфейса RS-485 построены на базе ИМС MAX3088, имеющих улучшенные характеристики по скорости и нагрузочной способности, и предназначены для управления обменом данными по сети RS-485. Переключение модуля на передачу данных осуществляется по сигналам RTS1 и RTS2 ЦПУ.

Все цепи модуля гальванически изолированы от каналов интерфейса RS-485 и внешних цепей питания. Гальваническая развязка системных цепей модуля от цепей, выведенных на разъем X1, обеспечивается схемой гальванической изоляции СГИ2 и изолирующими преобразователями напряжения ИП2...ИП3. СГИ2 построена на основе высокоскоростных оптронов HCPL-0630 фирмы HP. ИП2 и ИП3 построены на базе DC/DC конвертеров фирмы TRACO и формируют напряжения +5V и +5VA, необходимые для питания системной и интерфейсной частей модуля соответственно. Напряжение гальванической развязки между внешними (сеть RS-485 и питание) и системными цепями модуля составляет не менее 500 В.

Гальваническая развязка системных цепей модуля от объектных цепей обеспечивается схемой гальванической изоляции СГИ1 и изолирующим преобразователем напряжения ИП1. Основой СГИ2 являются оптроны TLP-280 фирмы TOSHIBA, ИП1 построен на базе DC/DC

конвертера TRACO и предназначен для формирования напряжения  $\pm 12$  В, необходимого для питания дискретных датчиков.

В модуле предусмотрена возможность подключения входов как по схеме “общий плюс”, так и по схеме “общий минус”. Для изменения полярности питания входов служит группа джамперов J1\_1...J2\_2. Если переключки на джамперах установлены параллельно разъемам модуля, схема подключения входов - “общий плюс”, если перпендикулярно - “общий минус”. Информация о схеме подключения входов поступает в ЦПУ (сигналы ST0 и ST1) и может быть считана пользователем (см. п. 1.3.3.7).

Устройство сопряжения со входными сигналами УС необходимо для организации питания дискретных входов и ограничения входного тока.

Буферный формирователь БФ выполнен на базе RC-фильтров и триггеров Шмитта; он предназначен для защиты от ложных срабатываний и приведения дискретного сигнала к TTL-уровню. Постоянная времени фильтров – 22 мс.

Устройство индикации УИ необходимо для отображения текущего состояния модуля и его входов. Индикаторами служат одиннадцать светодиодов, выведенные на переднюю панель (см. Приложения А и Д). Светодиоды “RXD” и “TXD” индицируют прием и передачу информации по сети RS-485. Светодиод “TXD” загорается, когда сигнал RTS1 или RTS2 переключает драйвер RS-485 на передачу. Светодиод “RXD” загорается, когда драйвер RS-485 включен на прием, а в линии присутствуют данные от активного передатчика. Индикация обмена данными осуществляется независимо от того, по какому из информационных каналов происходит обмен. Светодиод “RUN” включается специальным выходом микроконтроллера; его прерывистое свечение говорит о нормальном выполнении рабочей программы ЦПУ (см. также п. 1.3.3). Светодиоды “IN1”...“IN8” индицируют срабатывание датчика, подключенного к соответствующему входу модуля.

Согласование нагрузок локальной информационной сети, обусловленных протяженностью сети и количеством подключенных к ней модулей, выполняется с помощью переключек J9...J11 для первого информационного канала и J12...J14 для второго. Установка переключки J9 (J12) подключает шину “А” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу +5VA источника питания ИПЗ. Установка переключки J10 (J13) подключает шину “В” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу SHIELD источника питания ИПЗ. Установка переключки J11 (J14) подключает резистор 100 Ом между шинами “А” и “В” интерфейса RS-485. Если модуль является оконечным устройством в сети RS-485, указанные переключки должны быть установлены, в противном случае – сняты.

### 1.3.2.8 Модуль ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11

Модуль состоит из трех основных устройств:

- устройства приема дискретных сигналов, УПДС;
- устройства вывода дискретных сигналов, УВДС;
- устройства управления, УУ.

УПДС предназначено для питания дискретных датчиков, обеспечения гальванической развязки входных сигналов от системных цепей, фильтрации входных сигналов и преобразования этих сигналов в TTL-уровень для дальнейшей обработки в УУ. УПДС также ограничивает ток во входных цепях модуля до искробезопасных значений (см. раздел 2). УВДС предназначено для управления дискретными выходами модуля по командам УУ, обеспечения гальванической развязки выходных сигналов от системных цепей и отключение выходов при их перегрузке по току. УУ обеспечивает обработку сигналов, формируемых УПДС, их преобразование в 4-разрядный цифровой код (информация о состоянии дискретных входов отображается в четырех младших битах 16-разрядного регистра), формирование сигналов для управления УВДС, управление устройством защитного отключения выходов

(УЗОВ), работу модуля в локальной сети, индикацию состояния модуля, а также некоторые служебные функции.

Структурная схема модуля, показанная в Приложении Б, содержит следующие функциональные узлы:

- устройство сопряжения со входными сигналами, УС;
- схемы гальванической изоляции, СГИ1 и СГИ2;
- буферные формирователи, БФ1 и БФ2;
- устройство формирования выходных сигналов, УФВС;
- устройство защитного отключения выходов, УЗОВ;
- изолирующие преобразователи напряжения, ИП1...ИП3;
- центральное процессорное устройство, ЦПУ;
- формирователи интерфейса RS-485, ФИ1...ФИ2;
- устройство индикации, УИ.

УПДС содержит УС, СГИ1, БФ1, ИП1.

УВДС содержит УФВС, УЗОВ, БФ2.

УУ содержит ЦПУ, СГИ2, ФИ1, ФИ2, ИП2, ИП3, УИ.

Принцип работы модуля состоит в следующем. При срабатывании датчика на соответствующем входе УС появляется активный уровень, который, попадая на СГИ1 открывает оптрон нужного канала. Дискретный сигнал с выхода СГИ1 попадает на соответствующий вход буферного формирователя БФ1, где осуществляется фильтрация и приведение сигнала к TTL-уровню. Выходы БФ1 соединены со входами ЦПУ, где происходит считывание и дальнейшая программная обработка состояния дискретных входов (см. п. 1.3.3.8).

Если в УУ приходит команда на включение дискретного выхода, на соответствующем входе буферного формирователя БФ2 появляется активный уровень, и, при отсутствии сигнала запрещения выходов "RY" от устройства защитного отключения выходов УЗОВ, БФ2 включает соответствующий канал устройства формирования выходных сигналов УФВС. При превышении суммарного тока выходов величины примерно 270 мА, УФВС формирует сигналы "CO" и "COM1", которые попадают на УЗОВ. УЗОВ в свою очередь формирует сигнал запрещения выходов "RY" на входе БФ2 и признак перегрузки выходов "ST2" на входе центрального процессорного устройства ЦПУ. Алгоритм работы УЗОВ описан в п. 1.3.3.8. УЗОВ может быть отключено установкой переключки J13, при этом признак перегрузки выходов формироваться не будет, а выходы будут все время разблокированы.

Основой центрального процессорного устройства (ЦПУ) является однокристалльный микроконтроллер Atmega162 фирмы Atmel corp. Его основные характеристики приведены в п. 1.3.2.1. Наряду с микроконтроллером в состав ЦПУ входит устройство охранного таймера Watchdog, выполненное на базе ИМС ADM705. Если в течение 1,6 с не происходит программной поддержки охранного таймера, происходит аппаратный сброс ЦПУ.

После получения данных о состоянии входов производится их программная фильтрация; отфильтрованные значения записываются в определенный регистр ОЗУ (в виде четырех младших битов), доступный для чтения "ВЕДУЩИМ" устройством по сети RS-485. Уставки (постоянные фильтрации) для каждого канала хранятся в энергонезависимой памяти (см. п. 1.3.3.8).

Если по сети RS-485 приходит запрос на чтение рабочих регистров от "ВЕДУЩЕГО" устройства, то он, проходя через формирователь интерфейса RS-485 (ФИ), попадает на вход устройства USART микроконтроллера. По этому факту формируется прерывание, происходит подготовка и передача ответа.

Формирователи интерфейса RS-485 построены на базе ИМС MAX3088, имеющих улучшенные характеристики по скорости и нагрузочной способности, и предназначены для

управления обменом данными по сети RS-485. Переключение модуля на передачу данных осуществляется по сигналам RTS1 и RTS2 ЦПУ.

Все цепи модуля гальванически изолированы от каналов интерфейса RS-485 и внешних цепей питания. Гальваническая развязка системных цепей модуля от цепей, выведенных на разъем X1, обеспечивается схемой гальванической изоляции СГИ2 и изолирующими преобразователями напряжения ИП2...ИП3. СГИ2 построена на основе высокоскоростных оптронов HCPL-0630 фирмы HP. ИП2 и ИП3 построены на базе DC/DC конвертеров фирмы TRACO и формируют напряжения +5V и +5VA, необходимые для питания системной и интерфейсной частей модуля соответственно. Напряжение гальванической развязки между внешними (сеть RS-485 и питание) и системными цепями модуля составляет не менее 500 В.

Гальваническая развязка системных цепей модуля от объектных цепей обеспечивается схемой гальванической изоляции СГИ1 и изолирующим преобразователем напряжения ИП1 (для дискретных входов), а также устройством формирования выходных сигналов УФВС (для дискретных выходов). Основой СГИ1 являются оптроны TLP-280 фирмы TOSHIBA, ИП1 построен на базе DC/DC конвертера TRACO и предназначен для формирования напряжения  $\pm 12$  В, необходимого для питания дискретных датчиков.

УФВС построено на базе твердотельных реле с выходом типа MOSFET output, допускающих любую полярность подключения нагрузки. Кроме указанных выше функций УФВС также формирует сигналы "OUT0s...OUT3s" для устройства индикации УИ а также сигналы "CO" и "COM1", говорящие о превышении допустимого значения суммы токов в выходных каналах. Следует отметить, что максимальный суммарный выходной ток модуля меньше суммы максимальных выходных токов для одиночного канала (см. таблицу 10).

В модуле предусмотрена возможность подключения входов как по схеме "общий плюс", так и по схеме "общий минус". Для изменения полярности питания входов служит группа джамперов J1\_1...J2\_2. Если переключки на джамперах установлены параллельно разъемам модуля, схема подключения входов - "общий плюс", если перпендикулярно - "общий минус". Информация о схеме подключения входов поступает в ЦПУ (сигналы ST0 и ST1) и может быть считана пользователем (см. п. 1.3.3.8).

Устройство сопряжения со входными сигналами УС необходимо для организации питания дискретных входов и ограничения входного тока.

Буферный формирователь БФ1 выполнен на базе RC-фильтров и триггеров Шмитта; он предназначен для защиты от ложных срабатываний и приведения дискретного сигнала к TTL-уровню. Постоянная времени фильтров – 22 мс.

Буферный формирователь БФ2 построен на базе логических элементов ИЛИ-НЕ; он включает соответствующий канал УФВС в случае появления на его входе сигнала OUT0...OUT3 с ЦПУ и отсутствии сигнала запрещения выходов "RY".

Устройство индикации УИ необходимо для отображения текущего состояния модуля, его входов и выходов. Индикаторами служат одиннадцать светодиодов, выведенных на переднюю панель (см. Приложения А и Д). Светодиоды "RXD" и "TXD" индицируют прием и передачу информации по сети RS-485. Светодиод "TXD" загорается, когда сигнал RTS1 или RTS2 переключает драйвер RS-485 на передачу. Светодиод "RXD" загорается, когда драйвер RS-485 включен на прием, а в линии присутствуют данные от активного передатчика. Индикация обмена данными осуществляется независимо от того, по какому из информационных каналов происходит обмен. Светодиод "RUN" включается специальным выходом микроконтроллера; его прерывистое свечение говорит о нормальном выполнении рабочей программы ЦПУ (см. также п. 1.3.3). Светодиоды IN1...IN4 индицируют срабатывание датчика, подключенного к соответствующему входу модуля. Светодиоды OUT1...OUT4 индицируют включение соответствующего выхода модуля.

Согласование нагрузок локальной информационной сети, обусловленных протяженностью сети и количеством подключенных к ней модулей, выполняется с помощью

перемычек J4...J6 для первого информационного канала и J7...J9 для второго. Установка перемычки J4 (J7) подключает шину “А” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу +5VA источника питания ИПЗ. Установка перемычки J5 (J8) подключает шину “В” интерфейса RS-485 через резистор 3,3 кОм к выходу SHIELD источника питания ИПЗ. Установка перемычки J6 (J9) подключает резистор 100 Ом между шинами “А” и “В” интерфейса RS-485. Если модуль является окончательным устройством в сети RS-485, указанные перемычки должны быть установлены, в противном случае – сняты.

### 1.3.3 Программное обеспечение

Программное обеспечение модулей предусматривает тестирование модулей, считывание состояния дискретных входов модулей или аналого-цифровое преобразование входного сигнала, управление дискретными выходами и восстановление состояния выходов после срабатывания защиты от перегрузки (модуль DIO-11), фильтрацию состояния входов или результата измерения, индикацию состояния модулей и информационный обмен с ведущим устройством по протоколу MODBUS, а также коммутацию информационных каналов (кроме модулей с независимыми информационными каналами, см. таблицу 1).

При отсутствии обмена данными с модулем ни по одному из каналов в течение 2 с (модули AI-10, AI-11 и CTF-11) или 5 с (модули AI-12, AI-13, AI-19, DI-11 и DIO-11) происходит программный пересброс модуля. Это следует иметь в виду при оценке режима работы модуля по светодиодным индикаторам; на период пересброса и инициализации индикатор “RUN” не горит или горит постоянно. Сетевой адрес модуля считывается операционной системой постоянно; скорость обмена считывается только при инициализации модуля. Ошибки, выявленные операционной системой при тестировании модуля, записываются в соответствующий регистр массива состояний (см. таблицы 11 - 18).

См. также: “Организация памяти модулей DCS и их взаимодействие с верхним уровнем. Техническое описание” АЛГВ.420609.006 ТО.

#### 1.3.3.1 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-10

Структура регистров ОЗУ модуля (версия ПО: ai1005), доступных пользователю, приведена в таблице 11.

Таблица 11

Массив входов (расположен в SRAM)	
00	Отфильтрованное значение канала 0 (12 разрядов)
01	Отфильтрованное значение канала 1 (12 разрядов)
02	Отфильтрованное значение канала 2 (12 разрядов)
03	Отфильтрованное значение канала 3 (12 разрядов)
04	Отфильтрованное значение канала программной компенсации температуры холодного спая (12 разрядов)
Массив входов (расположен в SRAM)	
05	Значение реперного канала MIN
06	Значение реперного канала MID
07	Значение реперного канала MAX

Таблица 11 (продолжение)

Массив состояний (расположен в SRAM)	
08	Индикатор прогресса
09	не используется
10	не используется
11	Индикатор ошибок (2: ошибка Flash, 3: ошибка SRAM, 4: ошибка EEPROM)
12	не используется
13	Сетевой адрес, считанный с джамперов
14	Тип модуля
15	Программная версия

Каждые 10 мс ЦПУ проводит опрос аналоговых входов модуля и реперных каналов. Для этого входной коммутатор переключается на нужный канал, производится запуск АЦП и затем считывание информации об измерениях по протоколу SPI (2 байта). Для фильтрации входного сигнала проводится  $32 + 2^n$  измерений каждого канала, где  $n = 2 \dots 4$ . После набора количества измерений, достаточного для усреднения, из полученного массива отбрасывается 16 минимальных и 16 максимальных значений, по оставшимся значениям вычисляется среднее арифметическое. Устройство модуля позволяет гибко модифицировать алгоритм фильтрации входных сигналов под специфические задачи путем доработки системного программного обеспечения модуля.

Постоянная фильтрации ( $T_{\phi}$ ) представляет собой число значений в массиве измерений, она должна удовлетворять указанной выше формуле. По умолчанию  $T_{\phi} = 48$ . Значение  $T_{\phi}$  считывается из EEPROM и может быть изменено для каждого канала при помощи специальной команды записи в EEPROM; для записи используется четыре 16-разрядных регистра, начиная с адреса 30h.

Канал программной компенсации температуры холодного спая предназначен для измерения температуры холодных спаев термопар, операционная система модуля не вводит поправку на термокомпенсацию в измерения, т. е. в рабочих регистрах модуля находятся непосредственно измеренные значения сигналов с термопар и термометра сопротивления.

### 1.3.3.2 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-11

Структура регистров ОЗУ модуля (версия ПО: ai1127), доступных пользователю, приведена в таблице 12.

Таблица 12

Массив входов (расположен в SRAM)	
00	Отфильтрованное значение канала 0 (12 разрядов)
01	Отфильтрованное значение канала 1 (12 разрядов)
02	Отфильтрованное значение канала 2 (12 разрядов)
03	Отфильтрованное значение канала 3 (12 разрядов)
04	Значение реперного канала MAX
05	Значение реперного канала MIN
06	не используется
07	не используется

Таблица 12 (продолжение)

Массив состояний (расположен в SRAM)	
08	Индикатор прогресса
09	не используется
10	не используется
11	Индикатор ошибок (2: ошибка Flash, 3: ошибка SRAM, 4: ошибка EEPROM)
12	не используется
13	Сетевой адрес, считанный с джамперов
14	Тип модуля
15	Программная версия

В энергонезависимой памяти модуля (EEPROM) хранятся следующие уставки:

$T_D$  – задержка между измерениями; определяет период времени между коммутацией каналов модуля ( $T_{ком} (мс) = T_D$ ) и период времени между опросами группы каналов, то есть четырех входных каналов и двух реперных каналов ( $T_{гр} (мс) = T_D \times 10$ ). Может принимать значения от 1 до 255, по умолчанию  $T_D = 1$ .

$T_\phi$  - постоянная фильтрации; представляет собой число значений в массиве измерений каждого канала, может принимать значения от 4 до 32, по умолчанию  $T_\phi = 16$ . Значения  $T_D$  и  $T_{\phi 0...3}$  считываются из EEPROM и могут быть изменены при помощи специальной команды записи в EEPROM; для записи  $T_{\phi 0...3}$  используется четыре 16-разрядных регистра, начиная с адреса 30h, для записи  $T_D$  используется 16-разрядный регистр с адресом 38h. ЦПУ проводит опрос аналоговых входов модуля и реперных каналов с периодом  $T_{гр}$ . Для этого входной коммутатор переключается на нужный канал, производится запуск внутреннего АЦП ЦПУ и запись информации об измерениях в массив измерений. После набора  $T_\phi$  значений происходит отбрасывание максимального и минимального из них, а по оставшимся значениям вычисляется среднее арифметическое. Полученное значение представляет собой отфильтрованное значение канала и доступно для чтения в рабочих регистрах модуля (см. табл. 12).

Следует помнить, что при больших значениях  $T_D$  при инициализации ЦПУ (например, включение питания модуля) индикатор “RUN” может не гореть или гореть постоянно, также значительное время при инициализации (до нескольких десятков секунд, особенно при больших значениях  $T_\phi$ ) уходит на заполнение массива измерений, при этом модуль не будет отвечать на запросы “ВЕДУЩЕГО”.

С точки зрения программного обеспечения коммутация информационных каналов модуля (для модификаций с А1-11-04.01 по А1-11-07.01) происходит следующим образом:

- при включении питания ожидаются запросы по первому каналу (основному, А1, В1);
- при отсутствии связи по первому каналу в течение 2 с ожидаются запросы по второму каналу (резервному, А2, В2);
- при отсутствии связи по второму каналу в течение 2 с ожидаются запросы по первому каналу;
- при отсутствии связи по первому каналу в течение 2 с ожидаются запросы по второму каналу;
- при отсутствии связи по второму каналу в течение 2 с происходит пересброс ЦПУ.

1.3.3.3 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-12

Структура регистров ОЗУ модуля (версия ПО: ai12805), доступных пользователю, приведена в таблице 13.

Таблица 13

Массив входов (расположен в SRAM)	
00	Отфильтрованное значение канала 0 (12 разрядов)
01	Отфильтрованное значение канала 1 (12 разрядов)
02	Отфильтрованное значение канала 2 (12 разрядов)
03	Отфильтрованное значение канала 3 (12 разрядов)
04	не используется
05	не используется
06	не используется
07	не используется
Массив состояний (расположен в SRAM)	
08	Индикатор прогресса
09	не используется
10	Счетчик внешних сбросов (по охранному таймеру)
11	Индикатор ошибок (2: ошибка Flash, 3: ошибка SRAM, 4: ошибка EEPROM)
12	Счетчик сбросов по питанию
13	Сетевой адрес, считанный с джамперов
14	Тип модуля
15	Программная версия

Каждые 10 мс ЦПУ проводит опрос аналоговых входов модуля. Для этого входной коммутатор переключается на нужный канал, производится запуск АЦП и затем считывание информации об измерениях по протоколу SPI (2 байта).

В версиях ПО модуля до ai1297 для фильтрации входного сигнала проводится  $32 + 2^n$  измерений каждого канала, где  $n = 2...5$ . После набора количества измерений, достаточного для усреднения, из полученного массива отбрасывается 16 минимальных и 16 максимальных значений, по оставшимся значениям вычисляется среднее арифметическое.

Постоянная фильтрации ( $T_\phi$ ) представляет собой число значений в массиве измерений, она должна удовлетворять указанной выше формуле. Для версий ПО до ai1297 по умолчанию  $T_\phi = 48$ . Значение  $T_\phi$  считывается из EEPROM и может быть изменено для каждого канала при помощи специальной команды записи в EEPROM; для записи используется четыре 16-разрядных регистра, начиная с адреса 30h.

В версиях ПО начиная с ai1297 для фильтрации входного сигнала проводится  $8 + 2^n$  измерений каждого канала, где  $n = 2...5$ , из полученного массива отбрасывается 4 минимальных и 4 максимальных значения, по оставшимся значениям вычисляется среднее арифметическое. Значение постоянной фильтрации по умолчанию  $T_\phi = 40$ .

1.3.3.4 Модуль контроля сопротивления AI-13

Структура регистров ОЗУ модуля (версия ПО: ai13505), доступных пользователю, приведена в таблице 14.

Таблица 14

Массив входов (расположен в SRAM)	
00	Отфильтрованное значение канала 0 (12 разрядов)
01	Отфильтрованное значение канала 1 (12 разрядов)
02	Отфильтрованное значение канала 2 (12 разрядов)
03	Отфильтрованное значение канала 3 (12 разрядов)
04	не используется
05	не используется
06	не используется
07	не используется
Массив состояний (расположен в SRAM)	
08	Индикатор прогресса
09	не используется
10	не используется
11	Индикатор ошибок (2: ошибка Flash, 3: ошибка SRAM, 4: ошибка EEPROM)
12	не используется
13	Сетевой адрес, считанный с джамперов
14	Тип модуля
15	Программная версия
Массив выходов (расположен в SRAM)	
16	вкл/выкл каналы 0,1,2,3: биты 3,2,1,0 соответственно (1 – вкл , 0 - выкл)
17...23	Не используются

Каждые 10 мс ЦПУ проводит опрос аналоговых входов модуля. Для этого входной коммутатор переключается на нужный канал, производится запуск АЦП и затем считывание информации об измерениях по протоколу SPI (2 байта). Для фильтрации входного сигнала проводится  $4 + 2^n$  измерений каждого канала, где  $n = 2...5$ . После набора количества измерений, достаточного для усреднения, из полученного массива отбрасывается 2 минимальных и 2 максимальных значения, по оставшимся значениям вычисляется среднее арифметическое.

Постоянная фильтрации ( $T_{\phi}$ ) представляет собой число значений в массиве измерений, она должна удовлетворять указанной выше формуле. По умолчанию  $T_{\phi} = 8$ . Значение  $T_{\phi}$  считывается из EEPROM и может быть изменено для каждого канала при помощи специальной команды записи в EEPROM; для записи используется четыре 16-разрядных регистра, начиная с адреса 30h.

При помощи четырех младших битов 16 регистра ОЗУ можно управлять питанием каждого из входных каналов модуля (см. таблицу 14). По умолчанию питание во всех каналах включено.

1.3.3.5 Модуль ввода аналоговых сигналов AI-19

Структура регистров ОЗУ модуля (версия ПО: ai13505), доступных пользователю, приведена в таблице 15.

Таблица 15

Массив входов (расположен в SRAM)	
00	Отфильтрованное значение канала 0 (12 разрядов)
01	Отфильтрованное значение канала 1 (12 разрядов)
02	Отфильтрованное значение канала 2 (12 разрядов)
03	Отфильтрованное значение канала 3 (12 разрядов)
04	не используется
05	не используется
06	не используется
07	не используется
08	Индикатор прогресса
09	не используется
10	не используется
11	Индикатор ошибок (2: ошибка Flash, 3: ошибка SRAM, 4: ошибка EEPROM)
Массив состояний (расположен в SRAM)	
12	не используется
13	Сетевой адрес, считанный с джамперов
14	Тип модуля
15	Программная версия

Каждые 10 мс ЦПУ проводит опрос аналоговых входов модуля. Для этого входной коммутатор переключается на нужный канал, производится запуск АЦП и затем считывание информации об измерениях по протоколу SPI (2 байта). Для фильтрации входного сигнала проводится  $8 + 2^n$  измерений каждого канала, где  $n = 2...5$ . После набора количества измерений, достаточного для усреднения, из полученного массива отбрасывается 4 минимальных и 4 максимальных значения, по оставшимся значениям вычисляется среднее арифметическое.

Постоянная фильтрации ( $T_\phi$ ) представляет собой число значений в массиве измерений, она должна удовлетворять указанной выше формуле. По умолчанию  $T_\phi = 16$ . Значение  $T_\phi$  считывается из EEPROM и может быть изменено для каждого канала при помощи специальной команды записи в EEPROM; для записи используется четыре 16-разрядных регистра, начиная с адреса 30h.

1.3.3.6 Модуль сопряжения с тензодатчиками CTF-11

Структура регистров ОЗУ модуля (версия ПО: ctf1125c), доступных пользователю, приведена в таблице 16.

Таблица 16

Массив состояний (расположен в SRAM)	
00	Индикатор прогресса
01	Признак переполнения счетчика импульсов
02	не используется
03	Индикатор ошибок (2: ошибка Flash, 3: ошибка SRAM, 4: ошибка EEPROM)
04	не используется
05	Сетевой адрес, считанный с джамперов
06	Тип модуля
07	Программная версия
Массив входов (расположен в SRAM)	
08	Счетчик импульсов
09	не используется (всегда 0)
10	Вес тары (после задания тарировки)
Массив уставок (расположен в SRAM)	
11	Разрешение тарировки или записи уставки
12	Уставка времени измерения (в 10ms интервалах)
13	Признак задания тарировки

С точки зрения программного обеспечения модуля алгоритм измерения сигнала с тензодатчика мостового типа состоит в следующем. На вход PB1 ЦПУ (см. п. 1.3.2.6) поступает последовательность импульсов со скважностью 2, частота следования импульсов пропорциональна измеренному напряжению на выходах “+М” и ”-М” тензодатчика, см. п. 1.3.2.6. Вход PB1 представляет собой вход 16-разрядного счетчика, его значение считывается ОС через период, равный  $T_m * 10$  (мс), и отображается в 08 рабочем регистре ОЗУ; после считывания значение счетчика обнуляется. Здесь  $T_m$  – уставка времени измерения, см. таблицу 16.

Значение уставки времени измерения хранится в EEPROM ЦПУ (по умолчанию  $T_m = 10$ ), для изменения этой уставки необходимо записать ее новое значение в 12 регистр ОЗУ, а затем записать в 11 регистр команду записи уставки времени измерения 162Eh. После этого новая уставка пропишется в EEPROM.

Если задать слишком большое значение уставки времени измерения, особенно при больших значениях входного сигнала, возникнет переполнение 16-разрядного счетчика. При этом младший бит 01 регистра станет равным единице. Если переполнения счетчика не возникает, этот бит равен нулю.

Даже при нулевом сигнале с тензодатчика значение 16-разрядного счетчика будет ненулевым. Таким образом, необходимо после прогрева модуля (см. п. 3.2.1) перед началом измерений провести тарировку модуля. При этом может быть учтена как дополнительная добавка при нулевом сигнале с тензодатчика, так и вес тары взвешиваемой продукции. Для тарировки необходимо в 13 регистр модуля записать признак задания тарировки 1h, а затем в 11 регистр записать команду разрешения тарировки 4D2h. После этого на всех последующих циклах измерения (пока не будет произведена следующая тарировка) от текущего значения 16-разрядного счетчика будет автоматически отниматься параметр “вес тары”, отображаемый в 10 регистре и равный значению счетчика при записи команды разрешения тарировки.

При инициализации модуля параметр “вес тары” принимается равным нулю, уставка времени измерения сохраняет свое значение.

С точки зрения программного обеспечения алгоритм коммутации информационных каналов модуля следующий:

- при включении питания ожидаются запросы по первому каналу (основному, A1, B1);
- при отсутствии связи по первому каналу в течение 2 с происходит пересброс ЦПУ;
- после четырех пересбросов запросы ожидаются по второму (резервному, A2, B2) каналу;
- при отсутствии связи по второму каналу в течение 2 с происходит пересброс ЦПУ;
- после четырех пересбросов запросы ожидаются по первому каналу.
- при пропадании связи, когда модуль работает по второму каналу, переход на первый канал осуществляется после первого пересброса.

#### 1.3.3.7 Модуль ввода дискретных сигналов DI-11

Структура регистров ОЗУ модуля (версия ПО: di706), доступных пользователю, приведена в таблице 17.

Таблица 17

Массив входов (расположен в SRAM)	
00	Отфильтрованное значение входов (8 бит)
01	Положительный фронт (8 бит, задержка 2,5 с)
02	Отрицательный фронт (8 бит, задержка 2,5 с)
Массив состояний (расположен в SRAM)	
03	Индикатор прогресса
04	Признак подключения входов (2 бита)
05	Счетчик внешних сбросов (по охранному таймеру)
06	Индикатор ошибок (2: ошибка Flash, 3: ошибка SRAM, 4: ошибка EEPROM)
07	Счетчик сбросов по питанию
08	Сетевой адрес, считанный с джамперов
09	Тип модуля
10	Программная версия

Каждые 10 мс ЦПУ проводит опрос дискретных входов модуля, считывая порт, к которому подключены выходы буферного формирователя (см. п. 1.3.2.7). Для фильтрации дискретных сигналов проводится N измерений каждого канала, где N = 10...124. После заполнения массива производится его усреднение; полученный результат есть отфильтрованное значение дискретного входа.

Значение N считывается из EEPROM и может быть изменено для каждого канала при помощи специальной команды записи в EEPROM; для записи используется восемь 16-разрядных регистров, начиная с адреса 30h; по умолчанию N = 10. При записи в EEPROM значения N < 10 программа будет принимать значение по умолчанию.

В 01 и 02 регистрах ОЗУ отображаются так называемые растяжки фронтов. Соответствующий бит в регистре равен 1, если зарегистрировано изменение состояния на считываемом порту. Бит растяжки устанавливается на время  $T_p = 2,5$  с.

В 04 регистре ОЗУ отображается признак подключения питания входов. Если нулевой бит в регистре равен 1, входы подключены по схеме “общий минус”. Если первый бит в регистре равен 1, входы подключены по схеме “общий плюс”. Если оба бита равны 1, питание входов не подключено.

#### 1.3.3.8 Модуль ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11

Структура регистров ОЗУ модуля (версия ПО: dio707), доступных пользователю, приведена в таблице 18.

Таблица 18

Массив входов (расположен в SRAM)	
00	Отфильтрованное значение входов (4 бита)
01	Положительный фронт (4 бита, задержка 2,5 с)
02	Отрицательный фронт (4 бита, задержка 2,5 с)
Массив состояний (расположен в SRAM)	
03	Копия состояния выходов (4 бита)
04	Статус модуля (0,1 и 7 биты – чтение, 6 бит – запись)
05	Счетчик внешних сбросов (по охранному таймеру)
06	Индикатор ошибок (2: ошибка Flash, 3: ошибка SRAM, 4: ошибка EEPROM)
07	Счетчик сбросов по питанию
08	Сетевой адрес, считанный с джамперов
09	Тип модуля
10	Программная версия
Массив выходов (расположен в SRAM)	
11	Состояние выходов (4 бита).
Примечание. При записи в регистр остальные биты должны быть нулевыми, в противном случае записи не произойдет	
12...18	Не используются

Каждые 10 мс ЦПУ проводит опрос дискретных входов модуля, считывая порт, к которому подключены выходы буферного формирователя БФ1 (см. п.1.3.2.8). Для фильтрации дискретных сигналов проводится N измерений каждого канала, где N = 10...124. После заполнения массива производится его усреднение; полученный результат есть отфильтрованное значение дискретного входа.

Значение N считывается из EEPROM и может быть изменено для каждого канала при помощи специальной команды записи в EEPROM; для записи используется четыре 16-разрядных регистров, начиная с адреса 30h; по умолчанию N =10. При записи в EEPROM значения N<10 программа будет принимать значение по умолчанию.

В 01 и 02 регистрах ОЗУ отображаются так называемые растяжки фронтов. Соответствующий бит в регистре равен 1, если зарегистрировано изменение состояния на считываемом порту. Бит растяжки устанавливается на время  $T_p = 2,5$  с.

В 04 регистре ОЗУ отображается статус модуля. В этом регистре значащими являются нулевой, первый и седьмой биты. Нулевой и первый биты отображают так называемый признак подключения питания входов. Если нулевой бит в регистре равен 1, входы подключены по схеме “общий минус”. Если первый бит в регистре равен 1, входы подключены по схеме “общий плюс”. Если оба бита равны 1, питание входов не подключено. Седьмой бит взводится, если сработало устройство защитного отключения выходов УЗОВ (см. п.1.3.2.8).

Сброс защиты происходит на каждом программном цикле ЦПУ (при наличии признака “ST2” срабатывания защиты, см. п. 1.3.2.8). Поскольку время аппаратного отключения выходов составляет примерно 100 мкс, а цикл программы ЦПУ – порядка 60 мс, режим работы выходных оптронов при превышении допустимого тока нагрузки не приведет к их выходу из строя.

Для версий ПО до di0706 автоматического сброса защиты не происходит. При возникновении перегрузки выхода отключаются, для восстановления их состояния (если причина перегрузки устранена) необходимо в шестой бит 04 регистра записать единицу (см. таблицу 18).

#### 1.4 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Модули AI-10, AI-11, AI-12, AI-19 и STF-11, используемые в качестве измерительных каналов и применяемые в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, подлежат первичной поверке до ввода в эксплуатацию и периодической поверке в процессе эксплуатации. В остальных случаях указанные модули калибруются.

Периодическая поверка (калибровка) производится в сроки, установленные предприятием-потребителем в зависимости от условий и особенностей эксплуатации, но не реже одного раза в 2 года. Поверка (калибровка) модуля выполняется в соответствии с инструкциями “Измерительные каналы модулей ввода аналоговых сигналов AI-10. Методика поверки” АЛГВ.426431.047 И1, “Измерительные каналы модулей ввода аналоговых сигналов AI-11. Методика поверки” АЛГВ.426431.026 И1, “Измерительные каналы модулей ввода аналоговых сигналов AI-12. Методика поверки” АЛГВ.426431.027 И1, “Измерительные каналы модулей ввода аналоговых сигналов AI-19. Методика поверки” АЛГВ.426431.029 И1 и “Измерительные каналы модулей сопряжения с тензодатчиками STF-11. Методика поверки” АЛГВ.426431.032 И1.

На модули AI-13, DI-11 и DIO-11 требования настоящего пункта не распространяются.

#### 1.5 Маркировка

Маркировка модулей должна быть нанесена непосредственно на изделие или на прикрепляемый к изделию накладной элемент и содержать:

- наименование и (или) шифр изделия;
- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- знак утверждения типа средств измерений (для модулей AI-10, AI-11, AI-12, AI-19 и STF-11);
- маркировку взрывозащиты;
- допустимые параметры внешних искробезопасных цепей;
- предупредительную надпись “Искробезопасные цепи”;
- наименование или знак центра по сертификации взрывозащищенного электрооборудования и номер сертификата.
- заводской номер и год выпуска.

Примечание. Знак утверждения типа допускается наносить на титульные листы эксплуатационной документации типографским способом.

#### 1.6 Тара и упаковка

Транспортная тара, в которой поставляются модули, представляет собой дощатый неразборный, плотный ящик с торцевыми стенками, собранными на четырех планках. На ящик наносятся основные, дополнительные и предупредительные знаки по ГОСТ 14192-77. Внутренние стенки ящика обиты (выстланы) бумагой БУ-Б по ГОСТ 515-77. Перед упаковкой в транспортную тару модули помещаются в укладочный ящик. Укладочный ящик представляет собой футляр из гофрированного картона Т-30, ГОСТ Р 52901-2007. В одном транспортном ящике размещается 20 укладочных ящиков.

При необходимости новой транспортировки упаковку модулей следует производить в нормальных климатических условиях в следующей последовательности:

1. Каждый модуль запаивается в полиэтиленовый пакет и укладывается в отдельную коробку вместе с сопроводительной документацией.

2. Коробки с модулями в количестве 20 шт. упаковываются в укладочный ящик. Укладочный ящик помещается в тарный. Промежутки заполняются гофрированным картоном Т-30, ГОСТ Р 52901-2007;

3. Транспортный ящик маркируется:

- манипуляционными знаками: "Боится сырости", "Верх. Не кантовать", "Осторожно, хрупкое";
- основными надписями - полное или условное наименование грузополучателя, пункта назначения с указанием, при необходимости, пункта перегрузки;
- дополнительными надписями - полное или условное наименование грузоотправителя и наименование пункта отправления;
- информационными надписями - массы брутто и нетто грузового места в килограммах, габаритные размеры грузового места в сантиметрах и объем грузового места в кубических метрах.

Транспортная маркировка наносится на фанерные или металлические ярлыки. Порядок расположения маркировки на одной из боковых стенок соответствует ГОСТ 14192-77 на тару. Маркировку наносят краской по трафарету или от руки быстро высыхающей, водостойкой, светостойкой, соестойкой краской, прочной на стирание и размывание. Основные надписи наносятся высотой 30мм. Дополнительные и информационные надписи наносятся высотой 10мм.

После укладки модулей в тарный ящик, последний обтягивается по торцам стальной цельной лентой сечением 0,4 x 20 мм и пломбируется. Пломбы для предотвращения от повреждения при транспортировании располагаются в глухих отверстиях боковых стенок и защищаются скобами.

В течение гарантийного срока потребитель должен сохранять упаковку (упаковочный и транспортный ящики), в которой прибыли модули.

## 2 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ

Взрывозащищенность модулей обеспечивается видом взрывозащиты “искробезопасная электрическая цепь i” уровня “ib” и выполнением их конструкции в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-98), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999).

Общая схема обеспечения взрывозащищенности системы показана в Приложении Е.

Взрывозащищенность модулей достигается за счет ограничения тока и напряжения в их электрических цепях до искробезопасных значений, а также за счет соответствующего выполнения конструкции модулей.

Ограничение тока короткого замыкания в искробезопасных цепях модулей обеспечивается наличием в них защитных резисторов. Эти резисторы конструктивно выделены в отдельную зону и для исключения их повреждения залиты специальным компаундом типа ВИКСИИТ. Расположение защитных резисторов на платах модулей показано в Приложении Д.

Ограничение напряжения обеспечивается схемотехникой и конструкцией изолирующих преобразователей напряжения фирмы TRACO (напряжение гальванической развязки 500 В, см. пп. 1.3.2.1 – 1.3.2.8).

Электрические цепи, гальванически связанные с искробезопасными цепями модулей, отделены от них печатным экраном шириной не менее 1,5 мм. Экран электрически соединен дублированными проводниками с контактами 1 и 10 разъема X1 и, далее, внешним монтажом, с главным заземляющим (корпусным) болтом стойки, в которой установлены модули.

Присоединение и отсоединение разъемов модулей должно производиться при отключенном питании. Перед присоединением линий связи с взрывозащищенными датчиками модули должны быть надежно заземлены.

По окончании монтажных работ следует проверить величину сопротивления искрозащитного заземления, которая не должна превышать 1 Ом.

Знак X в маркировке взрывозащиты модулей [Exib]IIC X означает, что при эксплуатации модулей необходимо соблюдать следующие специальные условия:

- к присоединительным устройствам модуля с маркировкой «искробезопасные цепи» допускается подключение только взрывозащищенного электрооборудования с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня не ниже "ib", имеющего сертификат соответствия и разрешение на применение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору во взрывоопасных зонах, где возможно образование газовых смесей категории IIC, а также простых электротехнических устройств, совместимых с искробезопасной электрической цепью в соответствии с ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-98), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999);
- электрические параметры искробезопасного электрооборудования, подключаемого к соединительным устройствам модуля с маркировкой «искробезопасные цепи», включая параметры соединительных кабелей и проводов, не должны превышать значений, указанных в разделе 3.1 настоящего РЭ.

### 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

#### 3.1 Эксплуатационные ограничения

При эксплуатации модулей необходимо следовать всем рекомендациям в полном соответствии с разделами настоящего РЭ. Кроме того, необходимо выполнять местные инструкции, действующие в данной отрасли промышленности, а также другие нормативные документы, определяющие правила эксплуатации взрывозащищенного электрооборудования.

Предельные параметры внешних искробезопасных электрических цепей модулей не должны превышать следующих значений:

- максимальный выходной ток,  $I_o$  – 60 мА;
- максимальное выходное напряжение,  $U_o$  – 25,5 В;
- максимальная внешняя емкость,  $C_o$  – 0,1 мкФ;
- максимальная внешняя индуктивность,  $L_o$  – 5 мГн.

#### 3.2 Подготовка модуля к использованию

После получения, длительного хранения или транспортирования модуля в транспортной таре необходимо произвести внешний осмотр транспортного и укладочных ящиков и проверить целостность упаковки.

При обнаружении нарушения целостности транспортной или укладочной тары необходимо сообщить о нарушении предприятию - изготовителю. Дальнейшая эксплуатация модуля возможна только с разрешения предприятия - изготовителя.

Если целостность тары не нарушена, модуль следует извлечь из упаковки, провести внешний осмотр на отсутствие механических повреждений и проверить его комплектность.

В случае хранения или транспортирования модуля при температуре ниже нуля градусов, выдержать его в нормальных условиях в течение 12 часов.

### 3.2.1 Порядок установки

Перед началом монтажа модуль следует осмотреть и проверить целостность элементов платы, печатных проводников и отсутствие повреждений разъемов. При работе с модулями не допускаются удары, механические повреждения, приложение больших усилий при стыковке разъемов. Токоограничивающие резисторы, а также место под ними на нижней стороне платы, должны быть залиты защитным компаундом, расстояние между любой точкой (в том числе выводом) любого резистора и краем области заливки должно составлять не менее 1 мм. Токоограничивающие резисторы не должны иметь повреждений, компаунд не должен иметь трещин и сколов. Расположение защитных резисторов на платах модулей показано в Приложении Д. Допускается заливка компаундом большей зоны на плате, чем указано в Приложении Д.

При первоначальной установке модулей следует выполнить следующие действия:

- в соответствии с таблицей 19 установить логический системный адрес модуля (см. примечания 1...3 к таблице 19);

Таблица 19

Модуль	Положение перемычек						Адрес в сети	Модуль	Положение перемычек						Адрес в сети	
	J2	J3	J4	J5	J6	J7			AI-10	J2	J3	J4	J5	J6		J7
AI-10	J2	J3	J4	J5	J6	J7		AI-10	J2	J3	J4	J5	J6	J7		
AI-11	J5	J6	J7	J8	J9	J10		AI-11	J5	J6	J7	J8	J9	J10		
AI-12	J6	J7	J8	J9	J10	J11		AI-12	J6	J7	J8	J9	J10	J11		
AI-13	J1	J2	J3	J4	J5	J6		AI-13	J1	J2	J3	J4	J5	J6		
AI-19	J2	J3	J4	J5	J6	J7		AI-19	J2	J3	J4	J5	J6	J7		
CTF-11	J1	J2	J3	J4	J5	J6		CTF-11	J1	J2	J3	J4	J5	J6		
DI-11	J3	J4	J5	J6	J7	J8		DI-11	J3	J4	J5	J6	J7	J8		
DIO-11	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3	J3-4	J3-5		DIO-11	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3	J3-4	J3-5		
								0*						#		32
	#							1	#					#		33
		#					2		#				#	34		
	#	#					3	#	#				#	35		
			#				4			#			#	36		
	#		#				5	#		#			#	37		
		#	#				6		#	#			#	38		
	#	#	#				7	#	#	#			#	39		
				#			8				#		#	40		
	#			#			9	#			#		#	41		
		#		#			10		#		#		#	42		
	#	#		#			11	#	#		#		#	43		
			#	#			12			#	#		#	44		
	#		#	#			13	#		#	#		#	45		
		#	#	#			14		#	#	#		#	46		
	#	#	#	#			15	#	#	#	#		#	47		
					#		16					#	#	48		

Таблица 19 (продолжение)

Модуль	Положение перемычек						Адрес в сети	Модуль	Положение перемычек						Адрес в сети			
	AI-10	AI-11	AI-12	AI-13	AI-19	CTF-11			DI-11	DIO-11	AI-10	AI-11	AI-12	AI-13		AI-19	CTF-11	DI-11
	J2	J3	J4	J5	J6	J7			J2	J3	J4	J5	J6	J7				
	J5	J6	J7	J8	J9	J10			J5	J6	J7	J8	J9	J10				
	J6	J7	J8	J9	J10	J11			J6	J7	J8	J9	J10	J11				
	J1	J2	J3	J4	J5	J6			J1	J2	J3	J4	J5	J6				
	J2	J3	J4	J5	J6	J7			J2	J3	J4	J5	J6	J7				
	J1	J2	J3	J4	J5	J6			J1	J2	J3	J4	J5	J6				
	J3	J4	J5	J6	J7	J8			J3	J4	J5	J6	J7	J8				
	J3-0	J3-1	J3-2	J3-3	J3-4	J3-5			J3-0	J3-1	J3-2	J3-3	J3-4	J3-5				
	#				#		17		#				#	#	49			
		#			#		18			#			#	#	50			
	#	#			#		19		#	#			#	#	51			
			#		#		20				#		#	#	52			
	#		#		#		21		#		#		#	#	53			
		#	#		#		22			#	#		#	#	54			
	#	#	#		#		23		#	#	#		#	#	55			
				#	#		24					#	#	#	56			
	#			#	#		25		#			#	#	#	57			
		#		#	#		26			#		#	#	#	58			
	#	#		#	#		27		#	#		#	#	#	59			
			#	#	#		28				#	#	#	#	60			
	#		#	#	#		29		#		#	#	#	#	61			
		#	#	#	#		30			#	#	#	#	#	62			
	#	#	#	#	#		31		#	#	#	#	#	#	63			

Примечания.

1. “#” означает, что перемычка установлена.
2. При организации сети RS-485 адрес “0” не используется.
3. Для установки перемычек необходимо снять крышку модуля, выполнить установку перемычек и закрыть модуль крышкой.

- в соответствии с таблицей 20 установить скорость обмена данными в сети (см. примечания 1 - 3 к таблице 20);

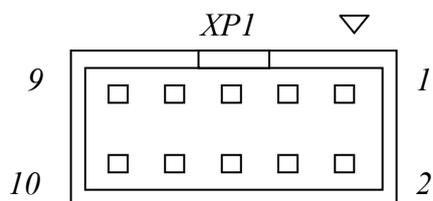
Таблица 20

Модуль/зарезервированные перемычки	Скорость/Установлены перемычки						
	2400	9600	38400	115200	230400	460800	921600
AI-10 (J14, J15, J16)	-	J14	J15	J14, J15	x	x	x
AI-11 (XP1 1-2, XP1 3-4)	XP1 1-2, XP1 3-4	XP1 3-4	XP1 1-2	-	x	x	x
AI-12 (J22, J23, J24)	J22, J23, J24	J23, J24	J22, J24	J24	J22, J23	J23	J22
AI-13 (J7, J8, J9)	-	J7	J8	J7, J8	J9	J9, J7	J9, J8
AI-19 (J8, J9, J10)	-	J8	J9	J8, J9	J10	J10, J8	J10, J9
CTF-11 (XP1 1-2, XP1 3-4)	XP1 1-2, XP1 3-4	XP1 3-4	XP1 1-2	-	x	x	x
DI-11 (J15, J16, J17)	-	J15	J16	J15, J16	J17	J17, J15	J17, J16
DIO-11 (J10, J11, J12)	-	J10	J11	J10, J11	J12	J12, J10	J12, J11

Примечания.

1. "-" означает, что все зарезервированные перемычки должны быть сняты.
2. "х" означает, что скорость недоступна.
3. Для установки перемычек необходимо снять крышку модуля, выполнить установку перемычек и закрыть модуль крышкой.

Цоколевка разъема XP1 приведена ниже.



- в соответствии с таблицей 21 проверить положение перемычек, предназначенных для согласования нагрузок сети. Если по соответствующему каналу (см. п. 1.3.2) модуль является окончательным узлом сети, соответствующие перемычки должны быть установлены, в противном случае – сняты;

Таблица 21

Модуль	Канал RS-485/Согласующие перемычки	
	первый (контакты 4, 5, 6 X1)	второй (контакты 7, 8, 9 X1)
AI-10	J8, J9, J10	J11, J12, J13
AI-11	J11, J12, J13	J14, J15, J16
AI-12	J16, J17, J18	J19, J20, J21
AI-13	J10, J11, J12	J13, J14, J15
AI-19	J11, J12, J13	J14, J15, J16
CTF-11	J7, J8, J9	J10, J11, J12
DI-11	J9, J10, J11	J12, J13, J14
DIO-11	J4, J5, J6	J7, J8, J9

Примечания.

1. "-" означает, что все зарезервированные перемычки должны быть сняты.
2. Для установки перемычек необходимо снять крышку модуля, выполнить установку перемычек и закрыть модуль крышкой.

- для модулей DI-11 и DIO-11 установить перемычки J1\_1...J2\_2 в положение, соответствующее требуемой полярности питания входов. Если перемычки установлены параллельно разъемам модуля, схема подключения входов - "общий плюс", если перпендикулярно - "общий минус" (см. пп. 1.3.2.7 и 1.3.2.8);

- для модуля и DIO-11 проверить положение перемычки J13; если перемычка одета – защита выходов от перегрузки по току отключена, если снята – включена (см. п. 1.3.2.8);
- установить модуль на DIN-рейку типа DIN3 (TS35/F6) или DIN1 (TS32/F6);
- подключить к модулю сигнальные провода и провода питания в соответствии с цоколевкой разъемов модуля.

**ВНИМАНИЕ!** Подключение следует выполнять с особенной аккуратностью. Необходимо выдерживать строгое соответствие между порядковыми номерами контактов и назначением сигналов. Присоединение и отсоединение разъемов модуля должно производиться при отключенном питании. Перед присоединением линий связи с взрывозащищенными датчиками модуль должен быть надежно заземлен.

- модули AI-10, AI-11, AI-12, AI-19 и STF-11 перед началом измерений необходимо выдержать во включенном состоянии в течение часа;
- для модуля STF-11 при необходимости задать уставку времени измерения и провести тарировку модуля (см. п. 1.3.3.6).

### **3.2.2 Первичная поверка**

Если модули AI-10, AI-11, AI-12, AI-19 и STF-11 применяются в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, они подлежат первичной поверке до ввода в эксплуатацию.

### **3.3 Использование модуля**

Прежде чем начать работу с модулем, необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией и конструкцией модуля.

Модуль устанавливается вне взрывоопасных зон для совместной работы с датчиками, удовлетворяющими условиям, приведенным в разделе 2. Присоединение и отсоединение разъемов модуля должно производиться при отключенном питании. Перед присоединением линий связи с датчиками модуль должен быть надежно заземлен (выводы “GND” разъема X1). Общая схема обеспечения взрывозащищенности показана в Приложении Е.

Для правильной работы модуля необходимо также обеспечить надежное заземление источника, от которого запитан модуль, оплеток кабелей связи и объектных кабелей. Не допускается наличие “петель” в схеме заземления. К модулям AI-10, AI-11, AI-12, AI-19 и STF-11 датчики должны подключаться через экранированную витую пару.

Линии связи должны подключаться к модулю через экранированную витую пару. Волновое сопротивление кабеля связи должно составлять 100 Ом.

## **4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Работающий модуль технического обслуживания не требует.

## **5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ**

Модуль является восстанавливаемым и ремонтно-пригодным изделием. В период эксплуатации в случаях, не требующих заводского ремонта (или вызова бригады предприятия-изготовителя) потребителю разрешается своими силами производить замену вышедших из строя модулей с использованием ЗИП.

Сведения о неисправностях заносятся в раздел “Учет неисправностей при эксплуатации” паспорта.

## 6 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Хранение модуля может быть кратковременным (гарантийным) и длительным в отапливаемом хранилище.

Гарантийный срок хранения модуля с момента изготовления: 2 года.

Срок длительного хранения модуля в отапливаемом хранилище: 10 лет.

При хранении модуля следует выдерживать следующие параметры окружающей среды:

- в отапливаемом хранилище температура воздуха должна быть в пределах от плюс 5 °С до плюс 40°С, относительная влажность до 80% при температуре плюс 25°С без конденсации влаги;

- содержание коррозионных агентов в атмосфере хранилища не должно превышать:

- сернистого газа 20 мг/м<sup>3</sup> в сутки;
- хлористых солей 2 мг/м<sup>3</sup> в сутки.

Модуль перед закладкой на длительное хранение (по истечении гарантийного срока хранения) должен быть переконсервирован.

Консервация должна проводиться в помещении при температуре воздуха плюс 20°С ±5°С и относительной влажности не более 70% без резких колебаний температуры. Помещение должно быть защищено от проникновения в него атмосферных осадков и коррозионноактивных газов (хлор, сероводород, аммиак, сернистый газ и др.). При проведении работ по переконсервации следует соблюдать требования безопасности по ГОСТ 9.014.

## 7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортная тара и упаковка обеспечивают сохранность модуля при транспортировании всеми видами транспорта: автомобильным, железнодорожным, воздушным (при условии размещения модуля в герметизированном отсеке) в соответствии с правилами транспортирования грузов на соответствующем виде транспорта и при хранении его в течение сроков, указанных в разделе 6.

При транспортировании упаковка модуля должна быть защищена от прямого воздействия атмосферных осадков.

Транспортирование всеми видами транспорта может проводиться в следующих условиях:

- 1) температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 70°С;
- 2) относительная влажность 98% при температуре плюс 25°С;
- 3) атмосферное давление от 12 кПа (90 мм рт. ст.) до 100 кПа (750 мм рт. ст.).

При погрузке и выгрузке модули не бросать, соблюдать меры предосторожности от повреждения тарного ящика.

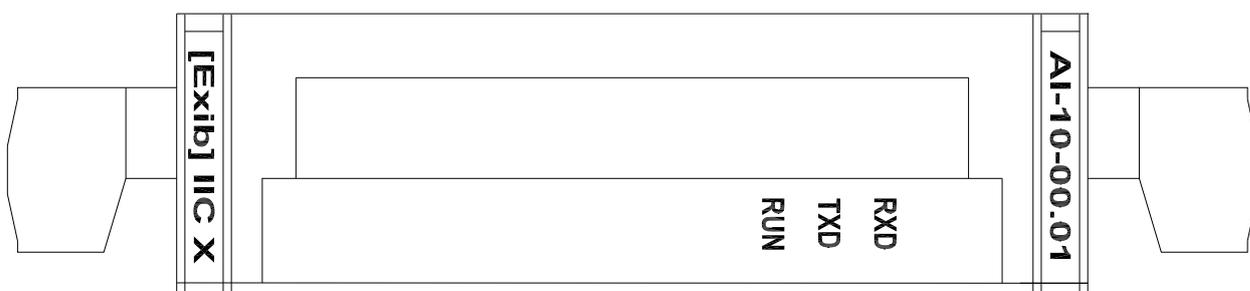
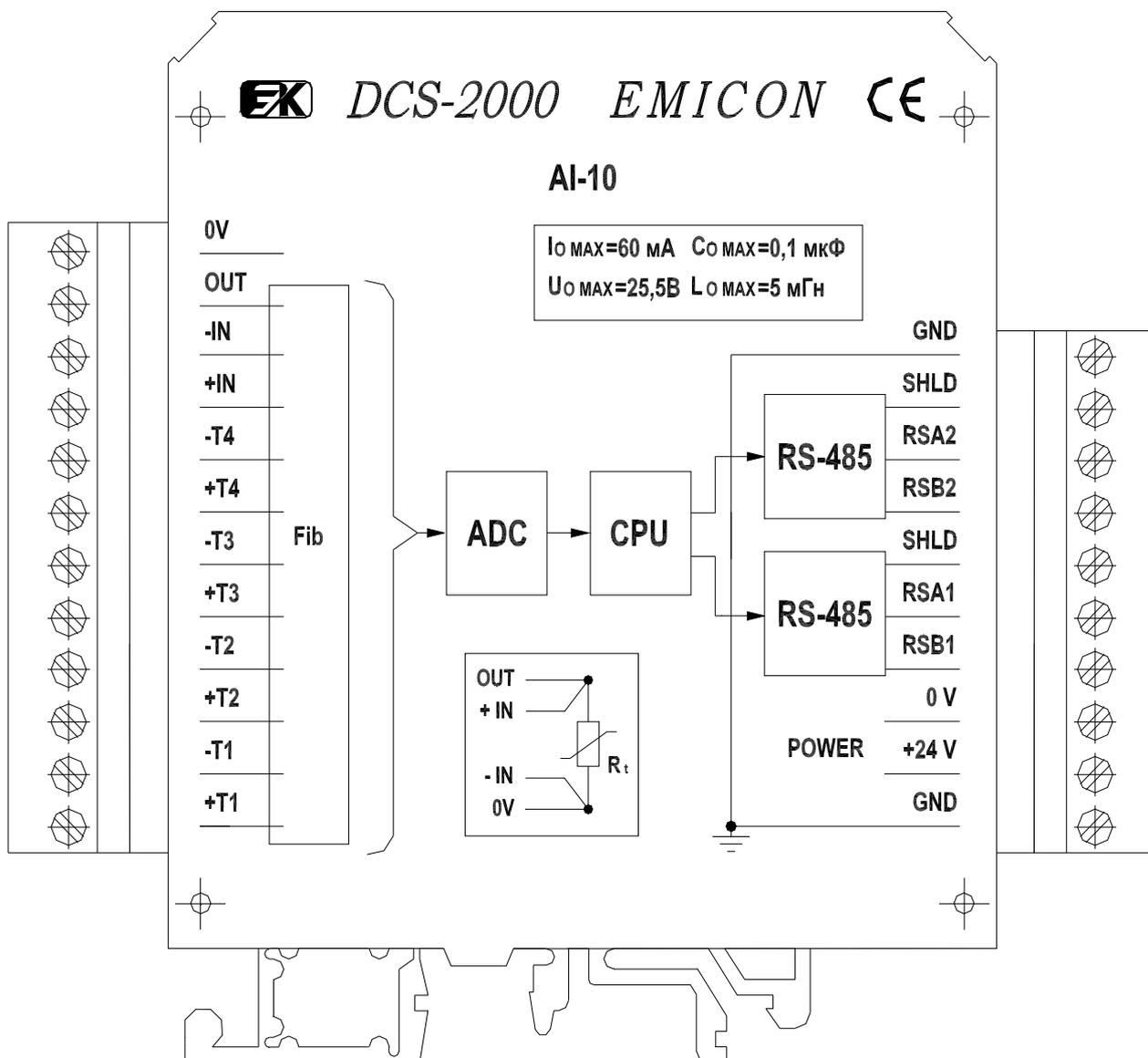
После погрузки в транспортное средство ящик закрепляется с целью исключения возможности его произвольного перемещения.

## 8 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЗАКАЗА

При оформлении заказа на модули в бланке заказа необходимо указать следующие данные:

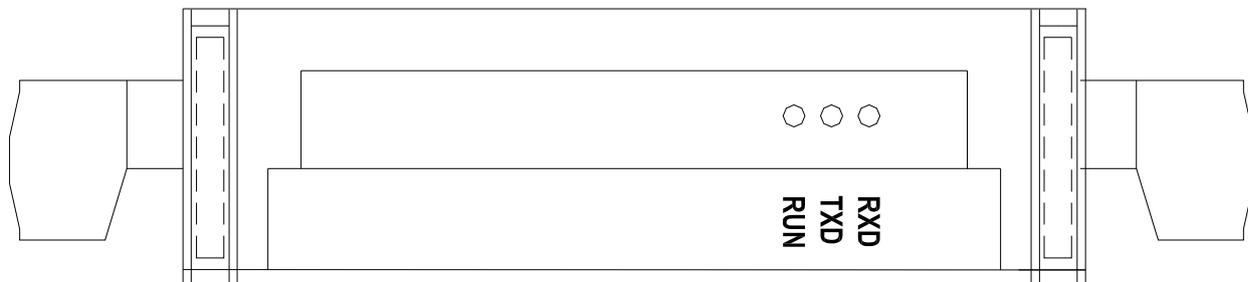
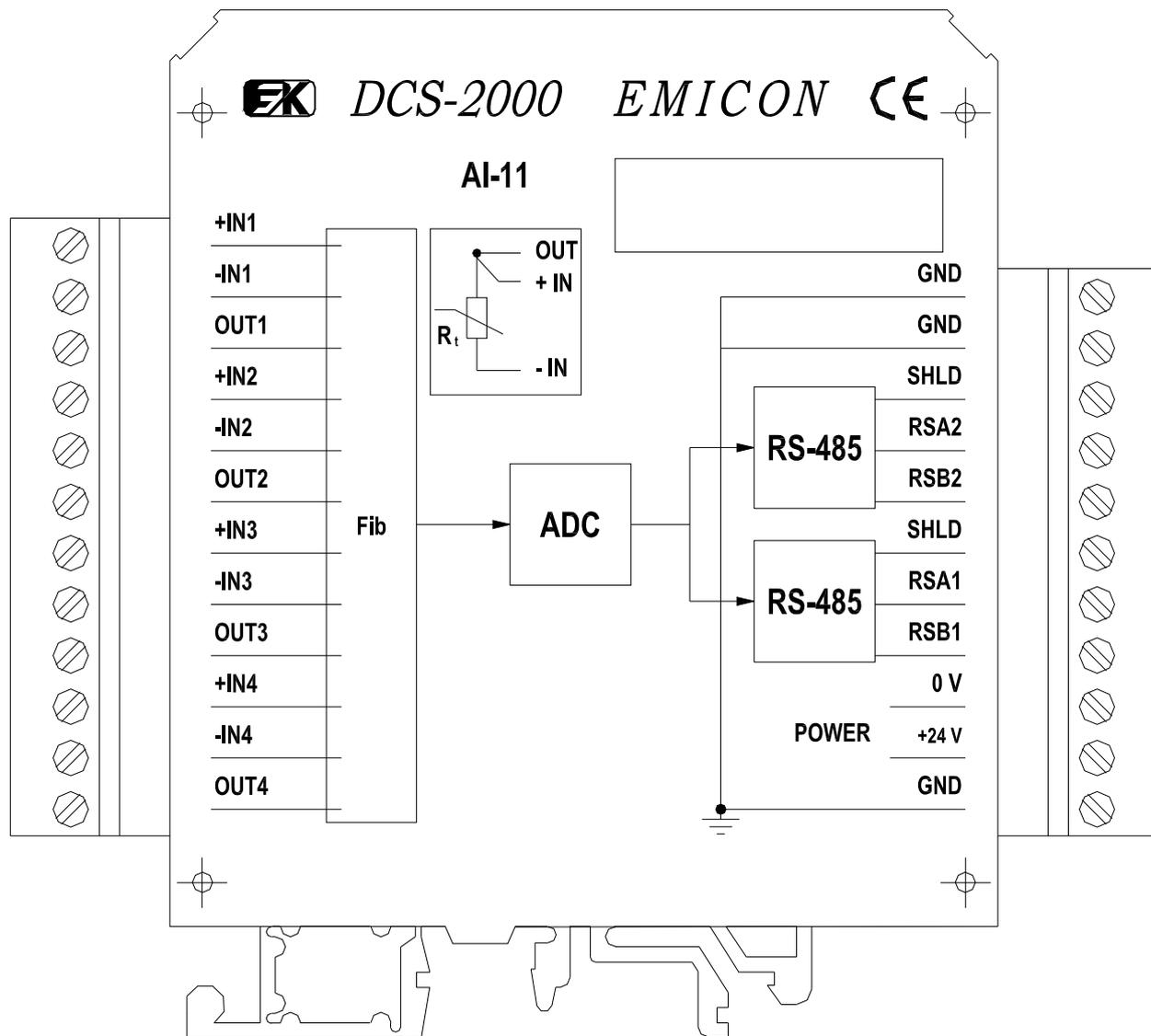
- “Наименование” - указывается полное наименование модуля с учетом модификации;
- “Кол-во” - указывается количество поставляемых изделий данного наименования.

Кроме того, в бланке заказа могут быть оговорены особые условия поставки модулей.



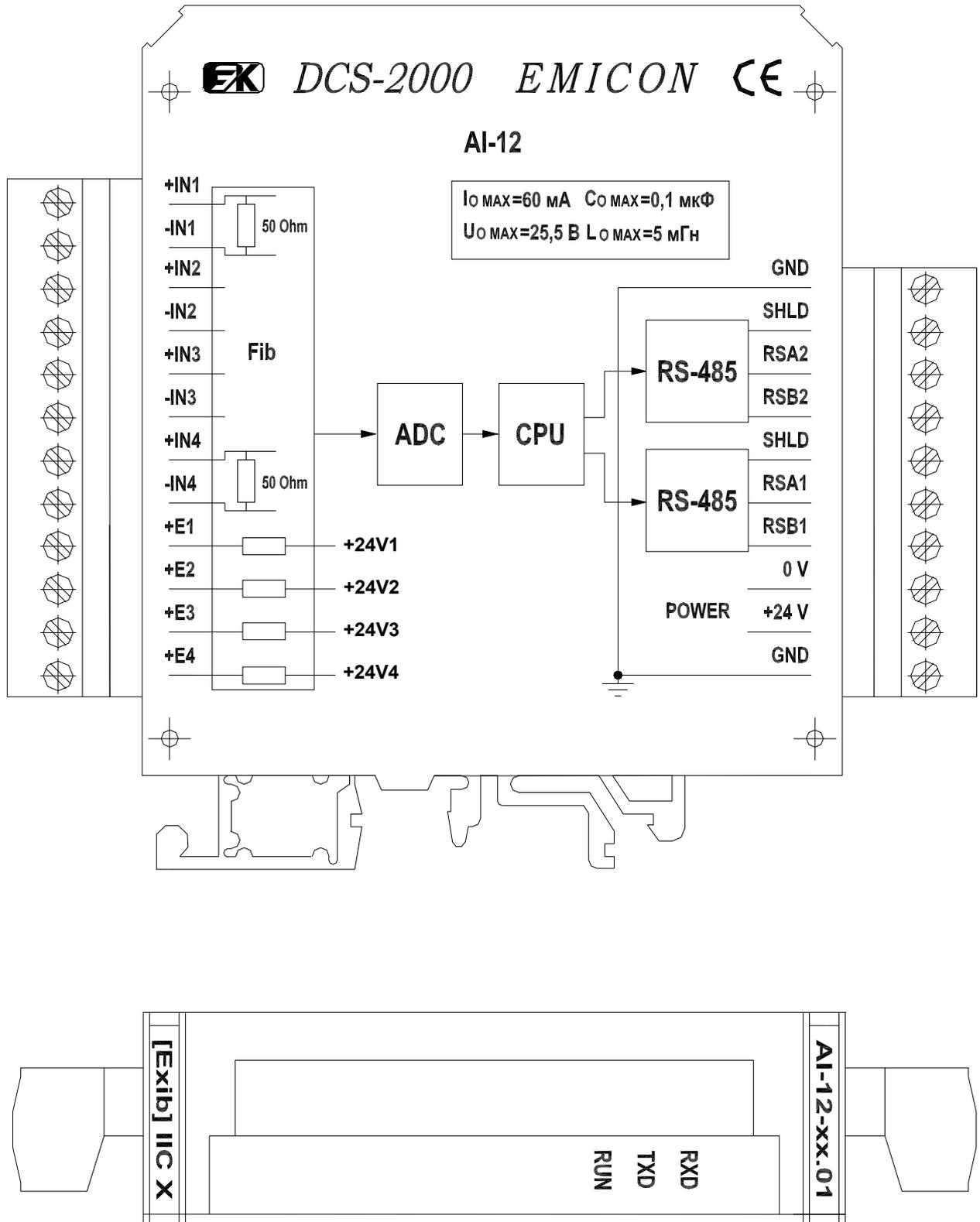
Внешний вид модуля ввода аналоговых сигналов AI-10

Приложение А (продолжение)



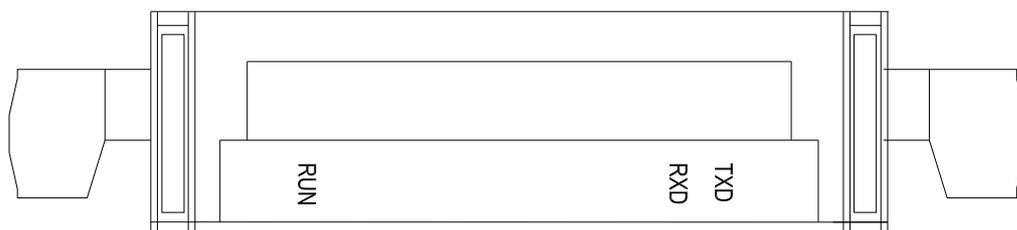
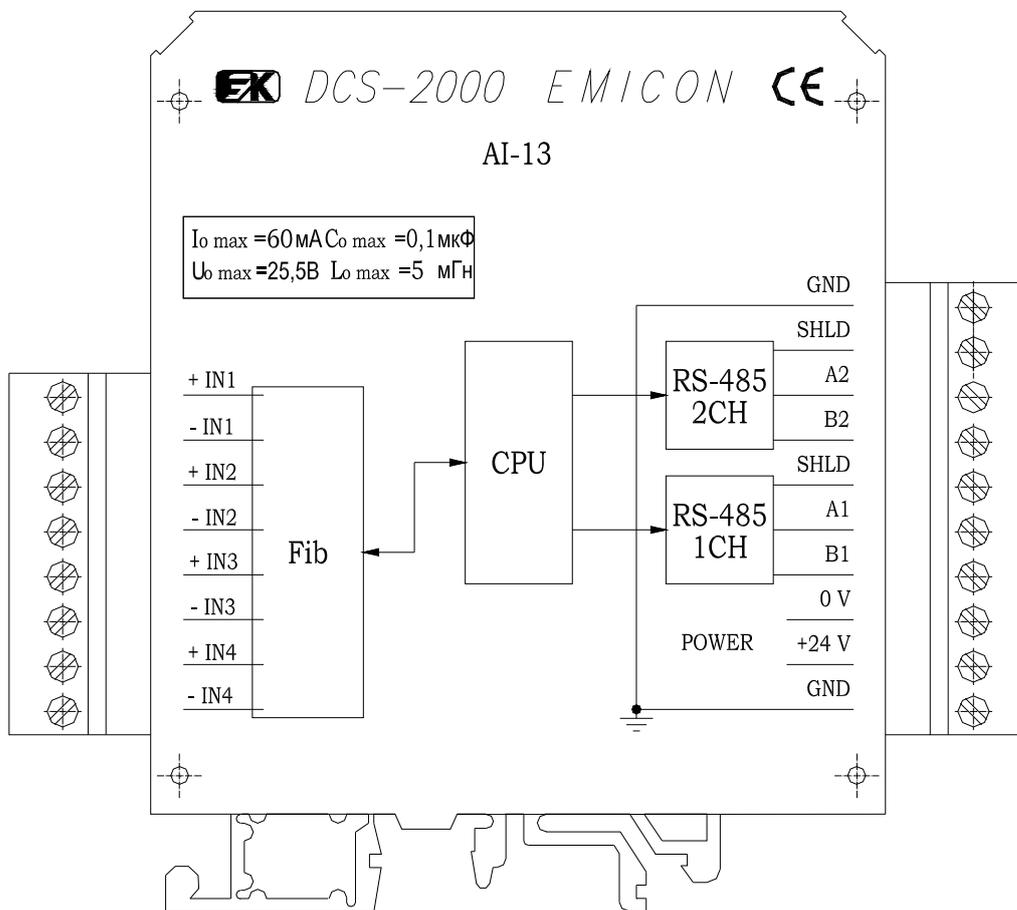
Внешний вид модуля ввода аналоговых сигналов AI-11

Приложение А (продолжение)



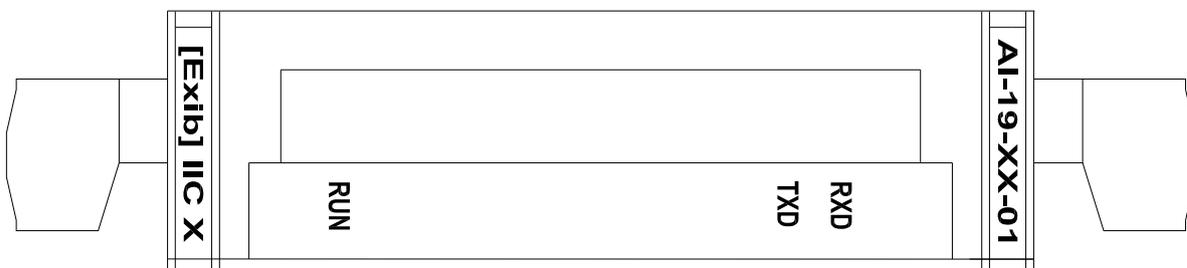
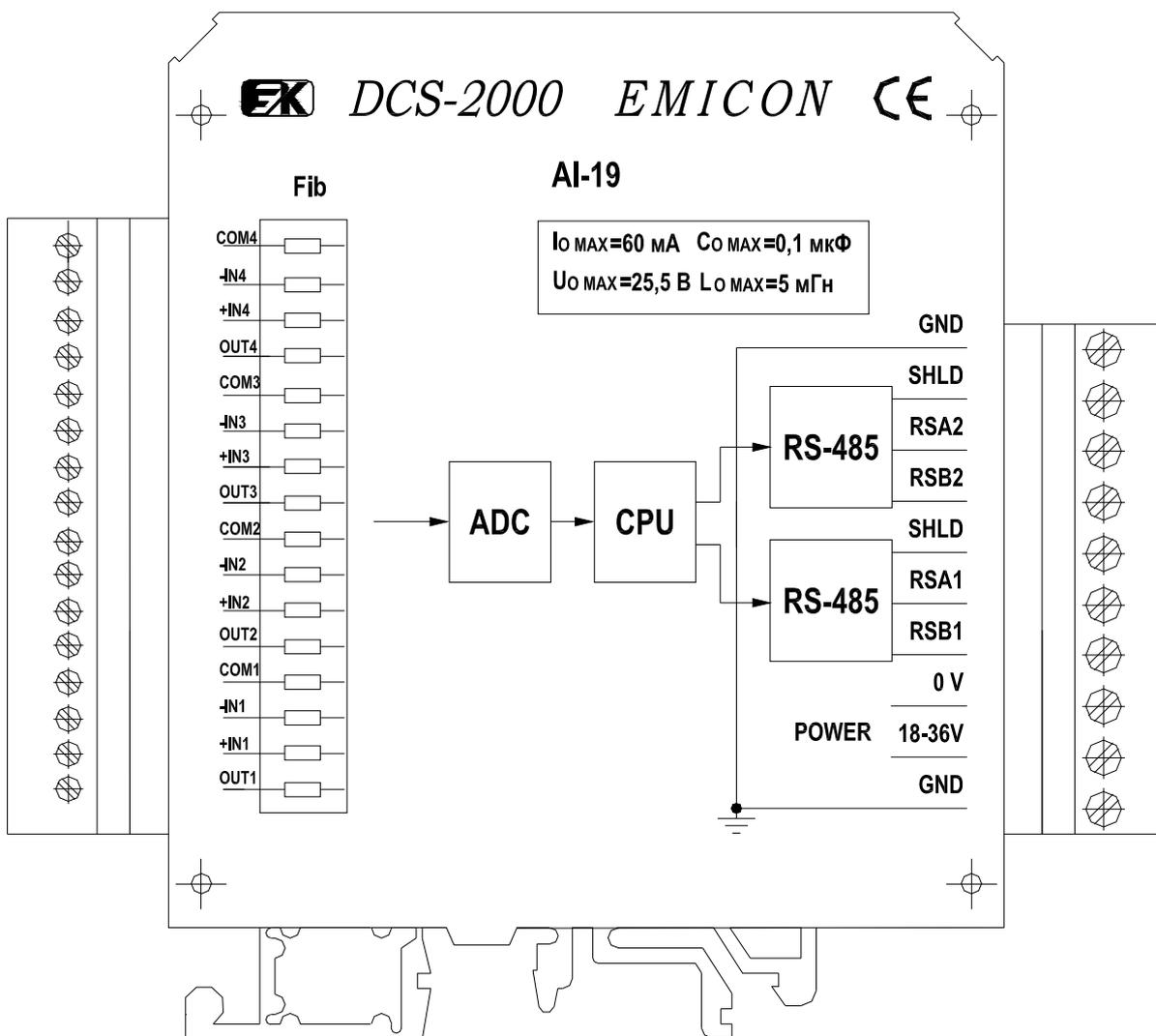
Внешний вид модуля ввода аналоговых сигналов AI-12

Приложение А (продолжение)



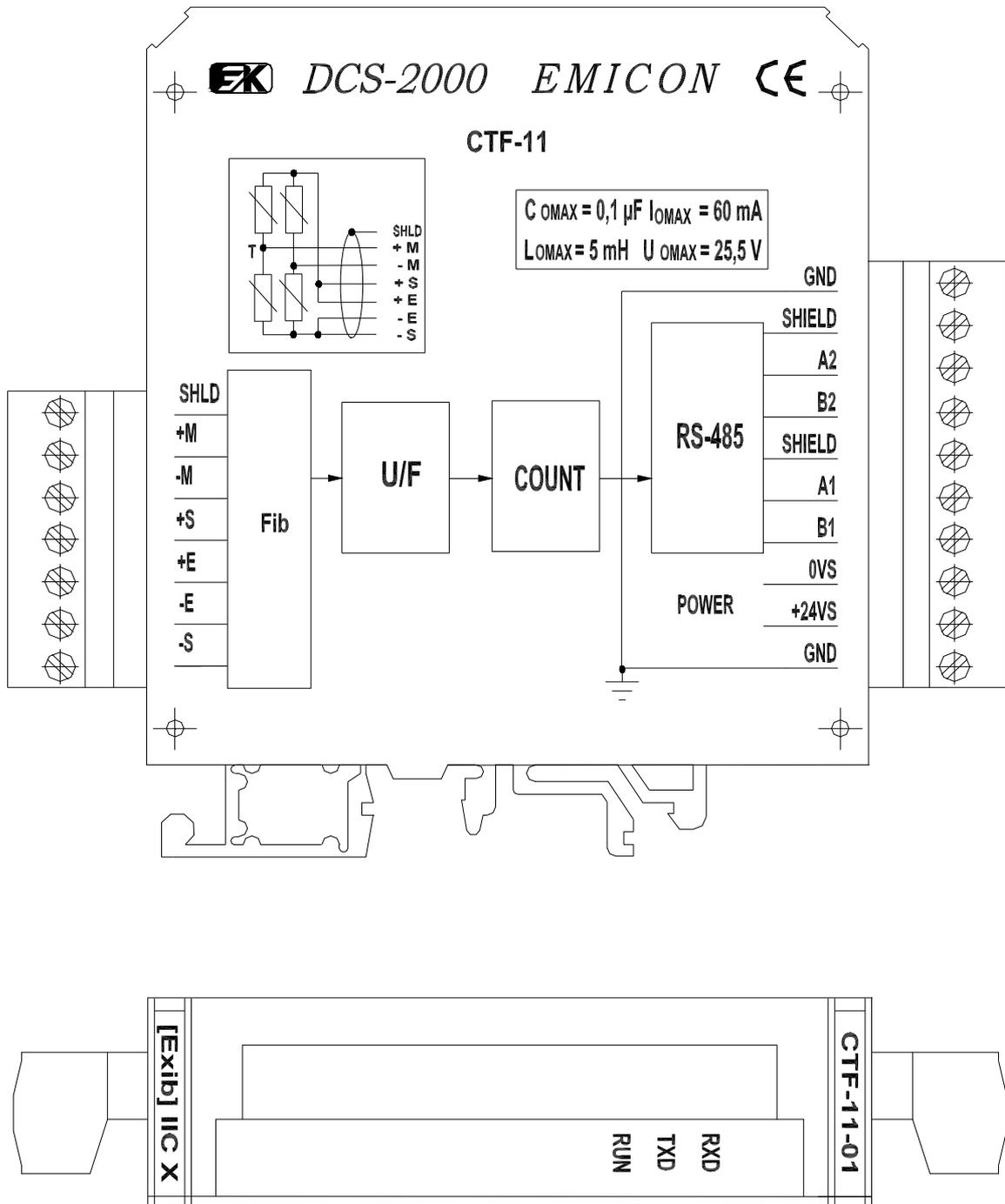
Внешний вид модуля контроля сопротивления AI-13

Приложение А (продолжение)



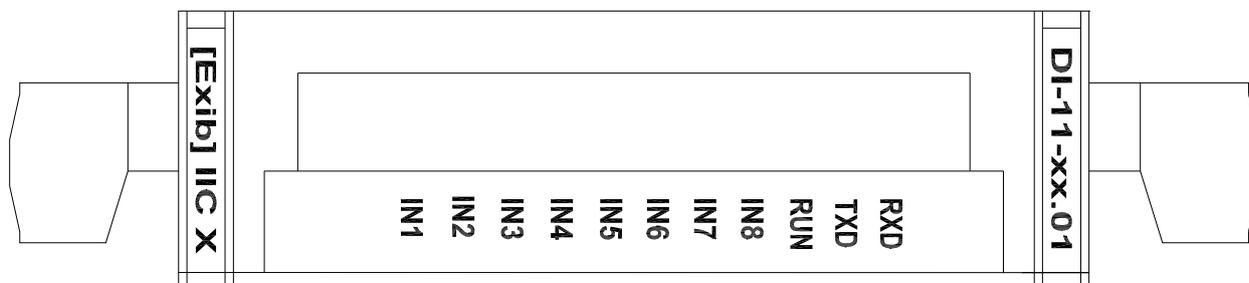
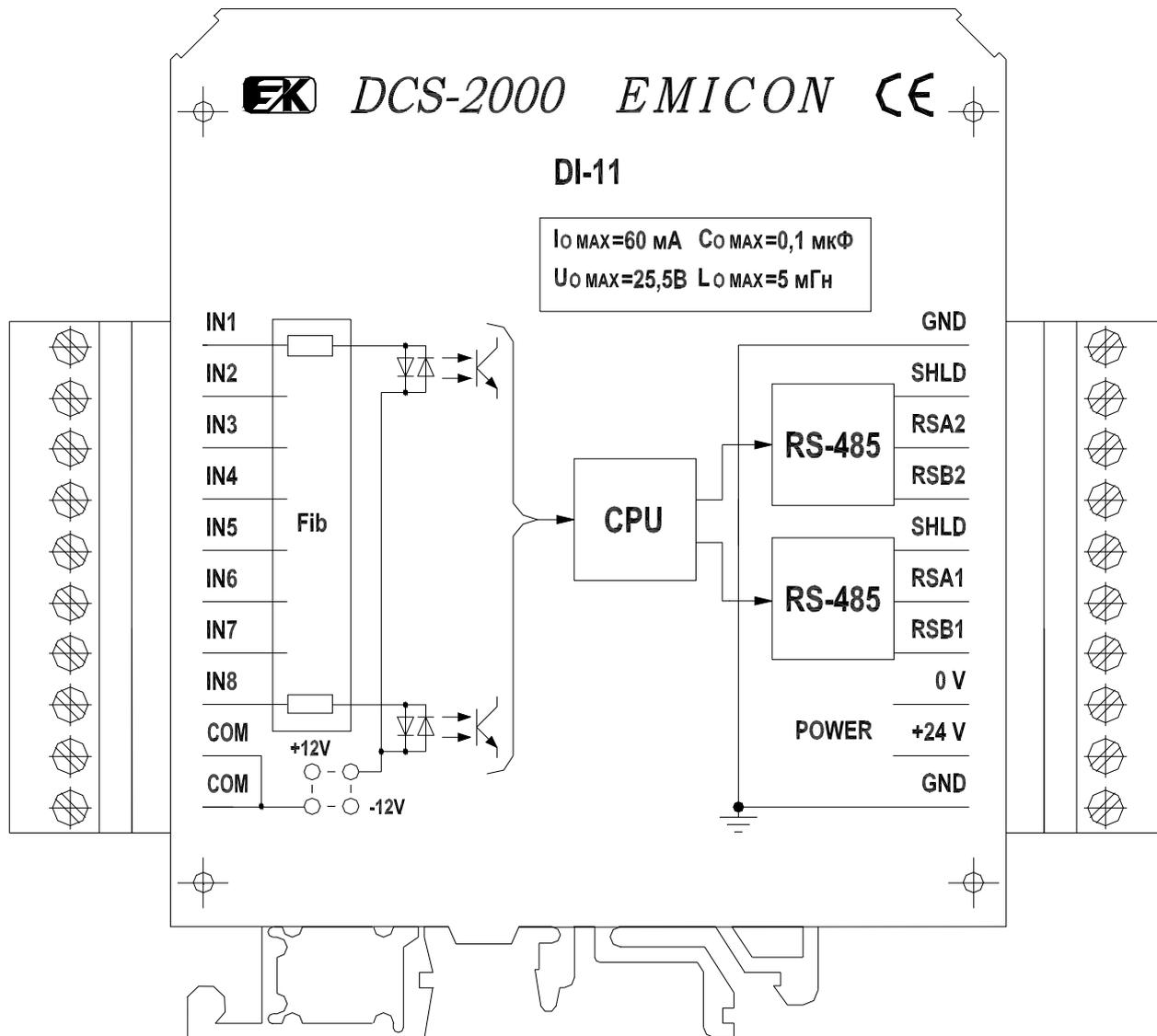
Внешний вид модуля ввода аналоговых сигналов AI-19

Приложение А (продолжение)



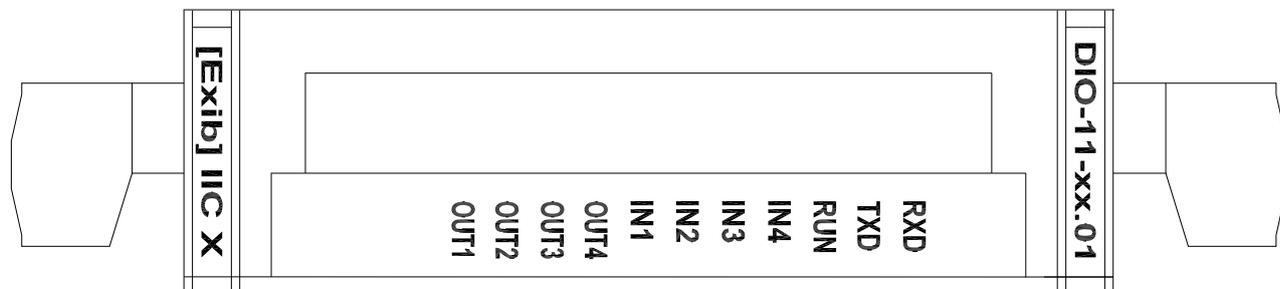
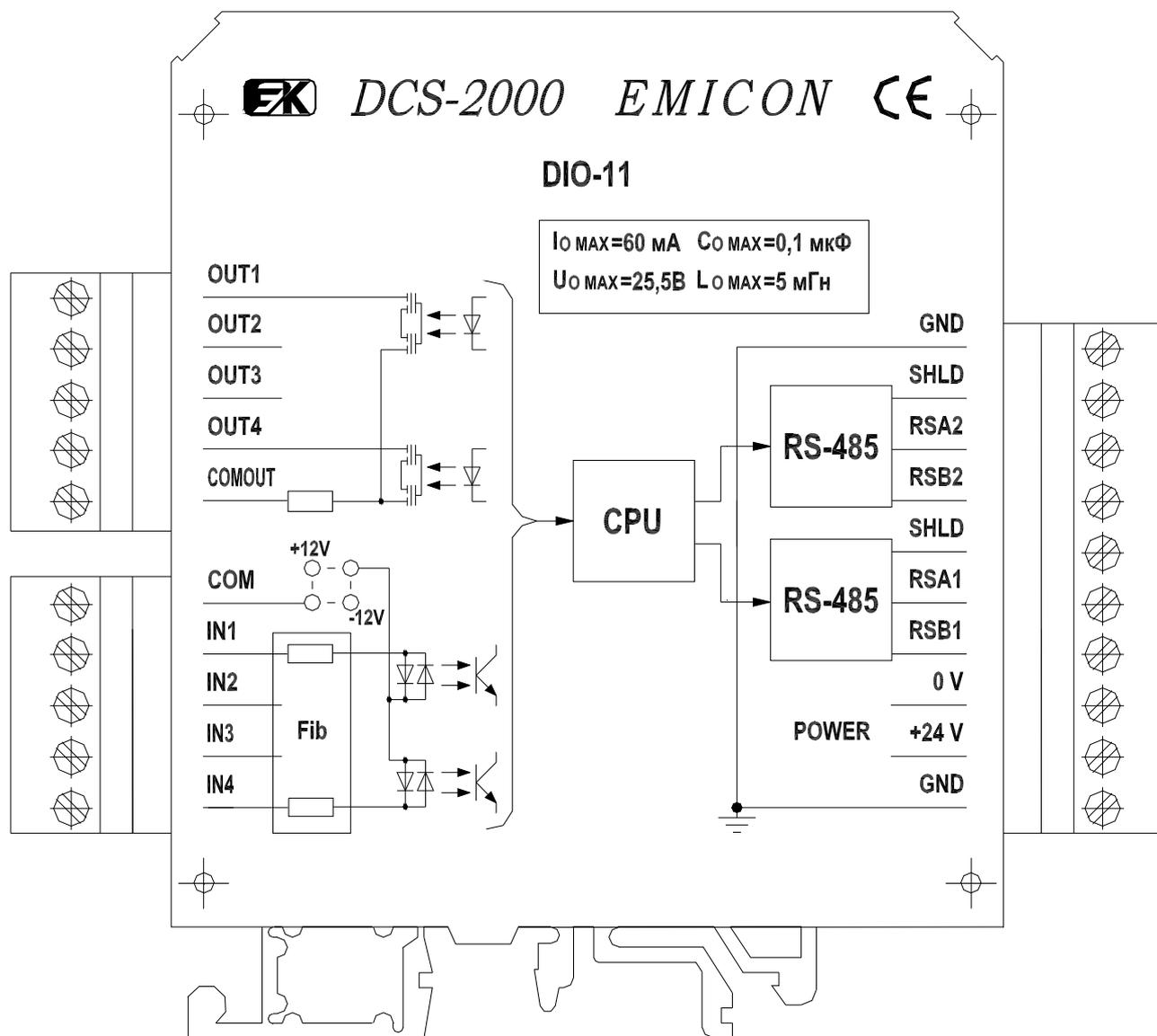
Внешний вид модуля сопряжения с тензодатчиками CTF-11

Приложение А (продолжение)

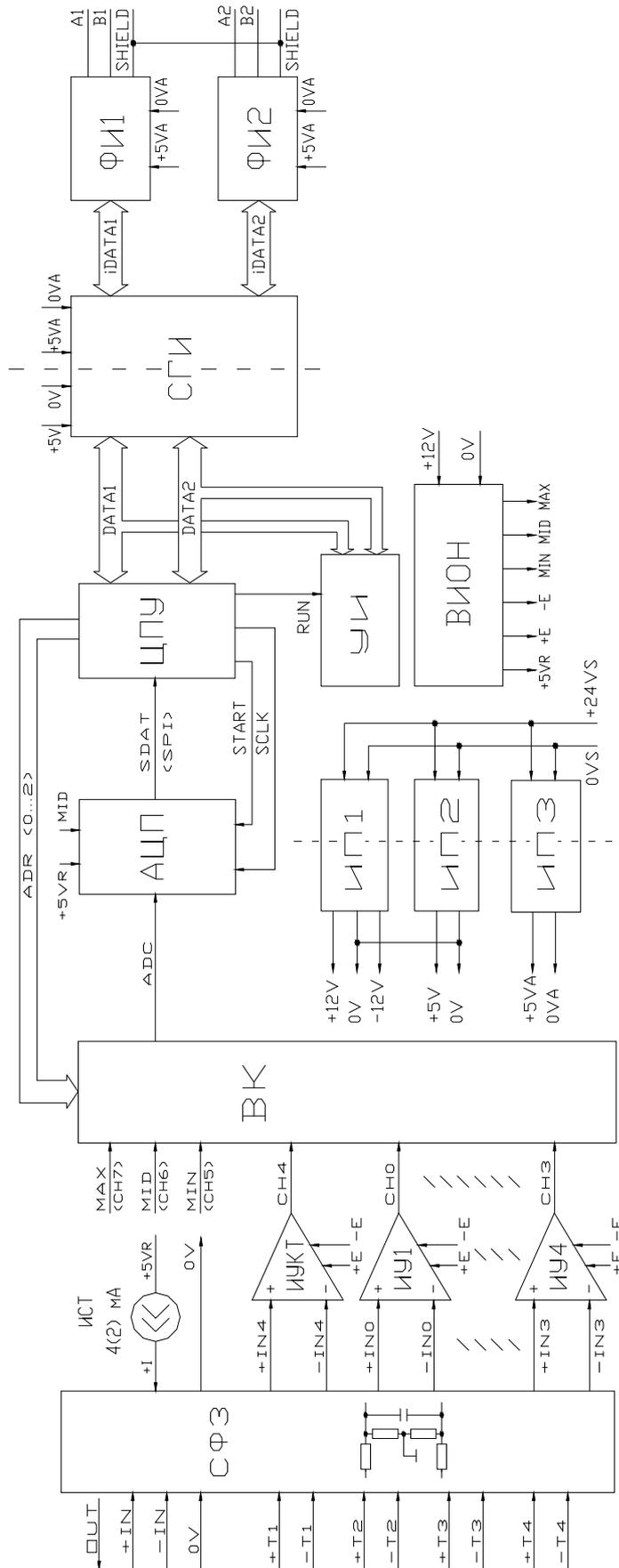


Внешний вид модуля ввода дискретных сигналов DI-11

Приложение А (продолжение)

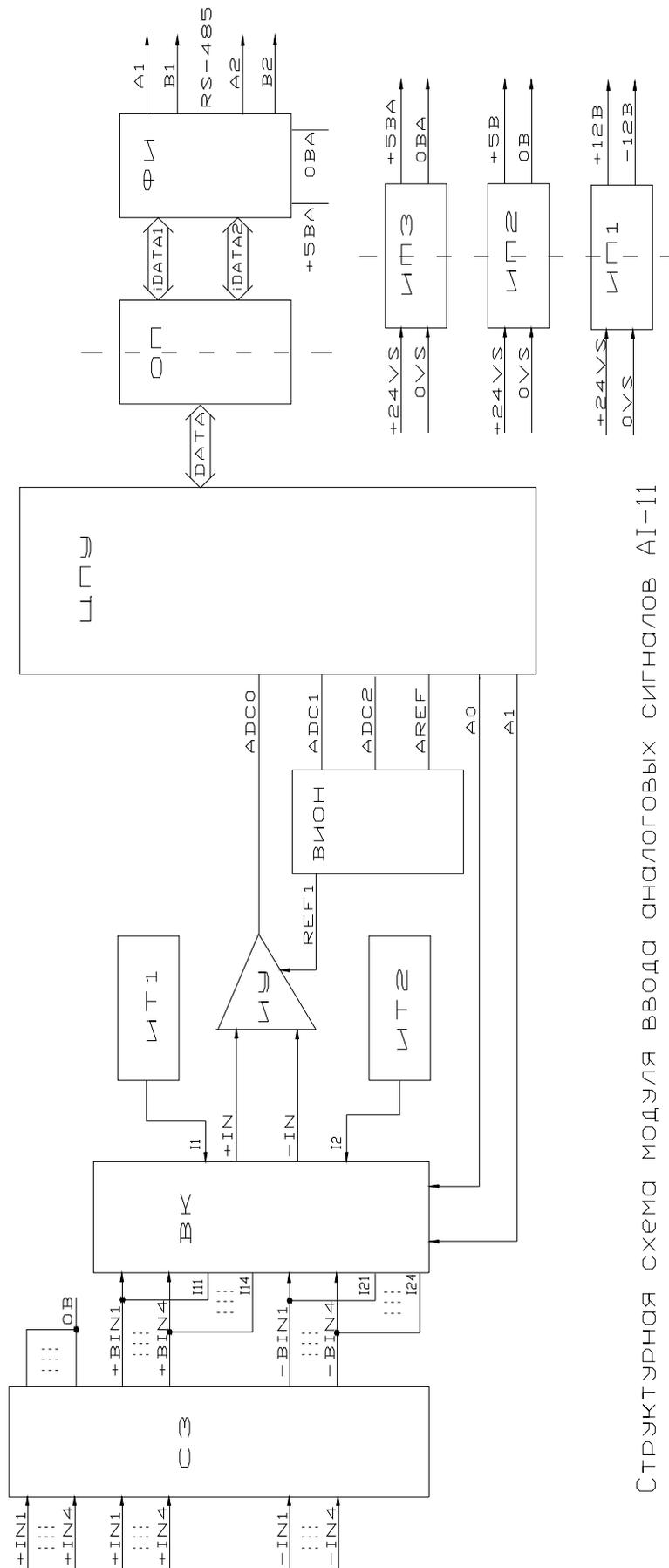


Внешний вид модуля ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11



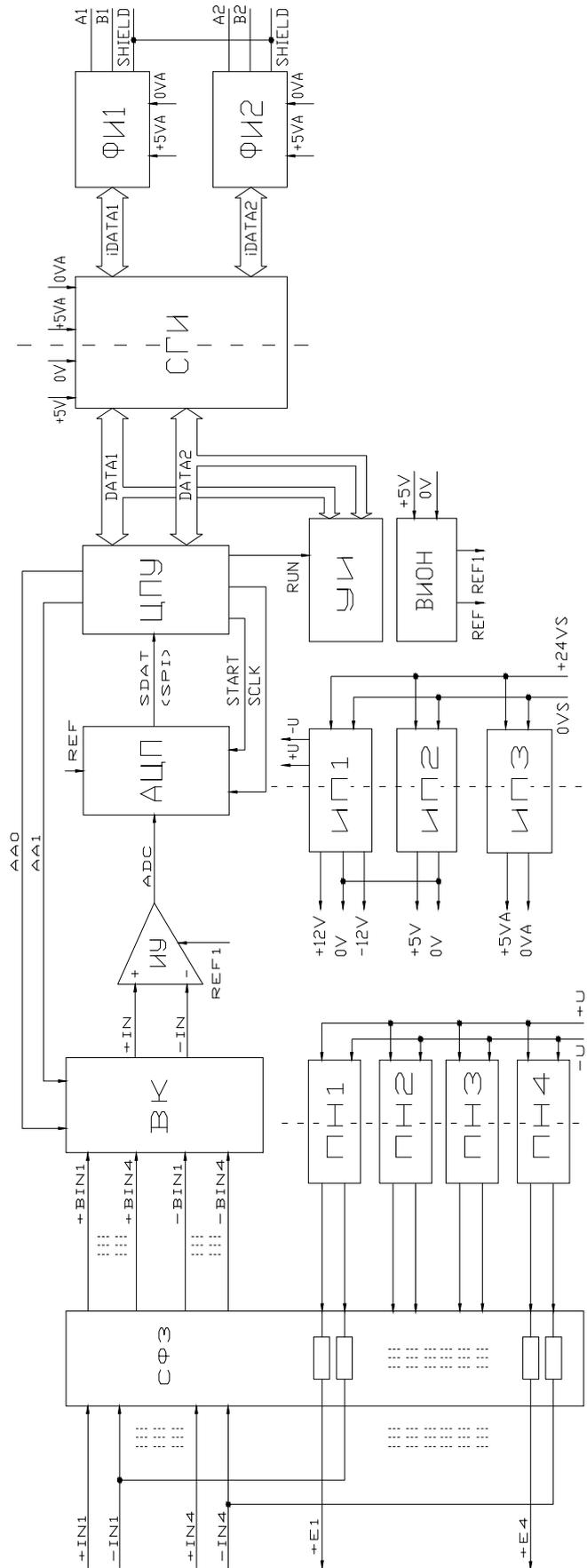
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ ВВОДА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ AI-10

Приложение Б (продолжение)



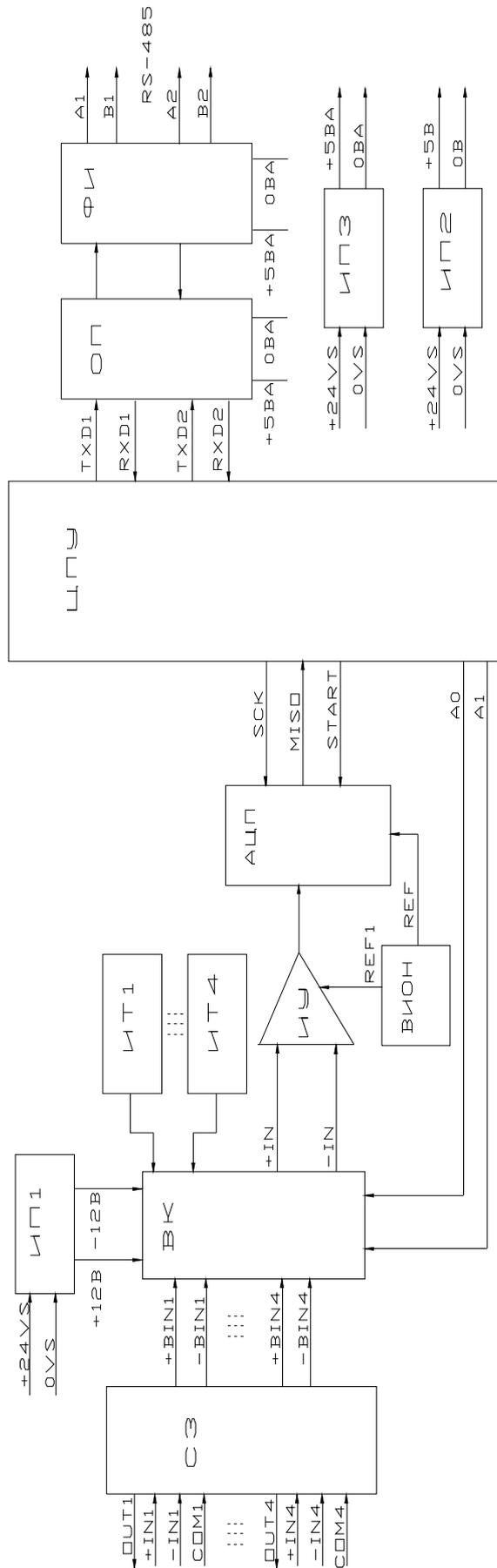
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ ВВОДА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ AI-11

Приложение Б (продолжение)



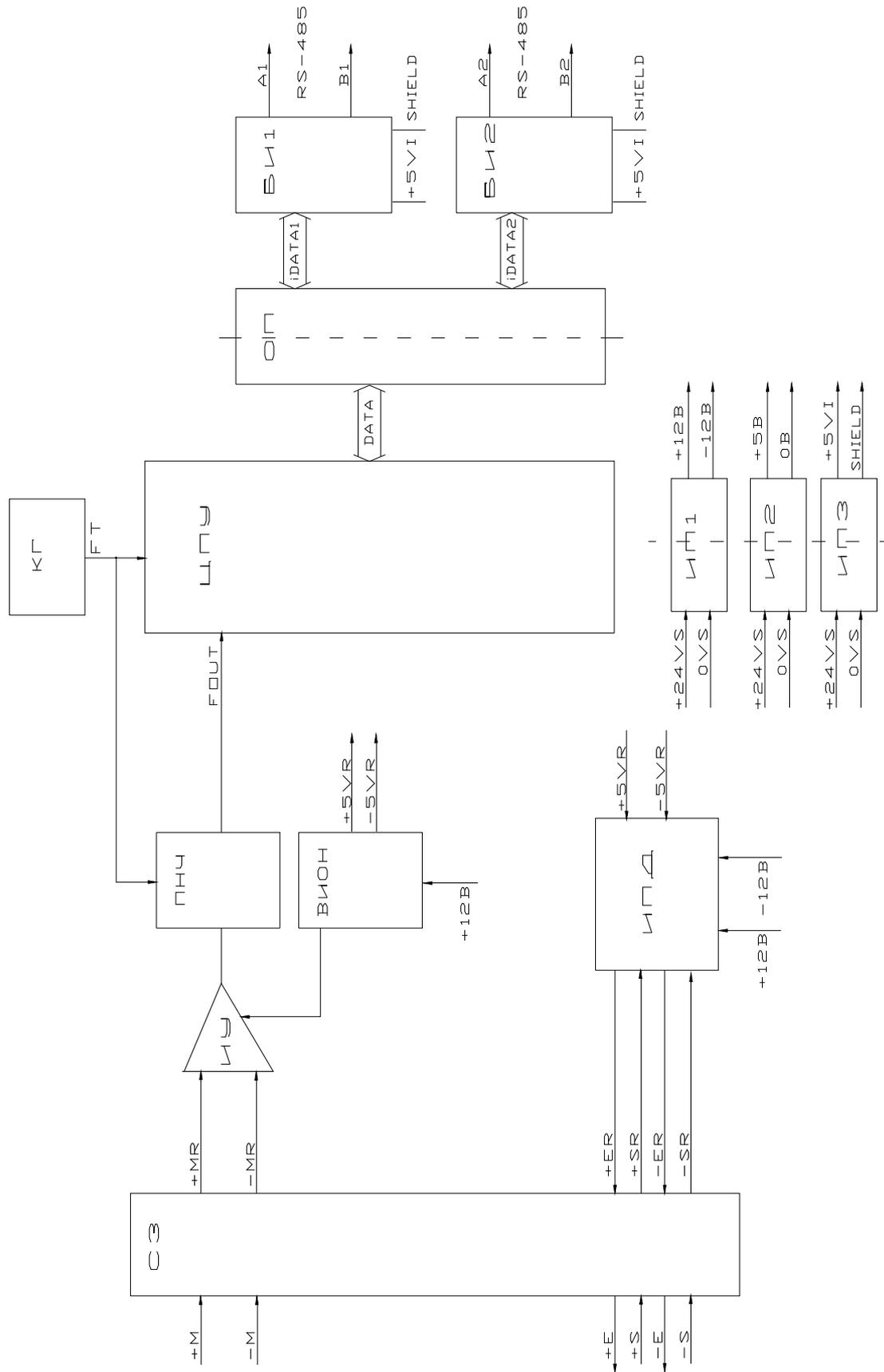
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ ВВОДА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ AI-12





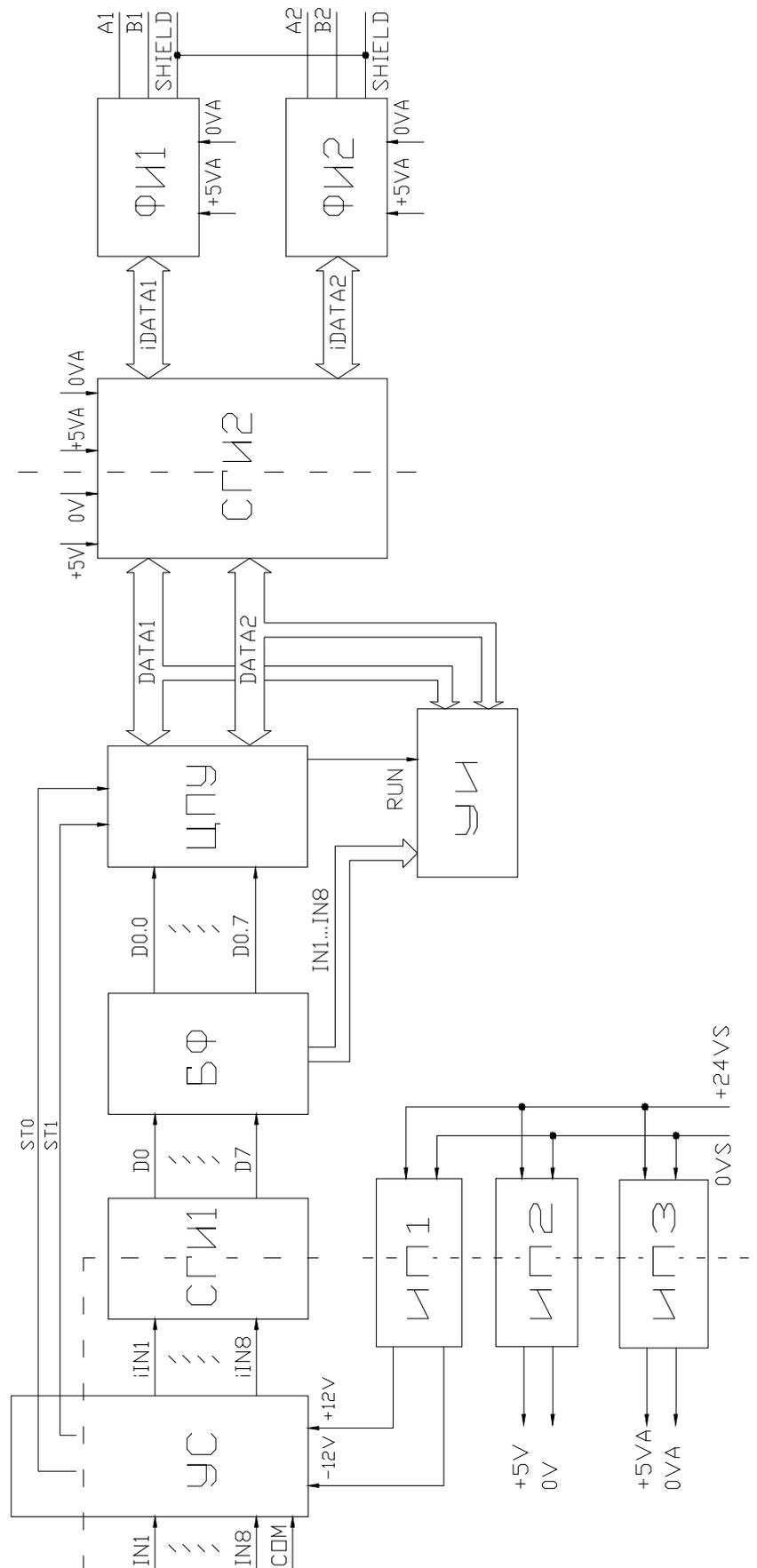
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ ВВОДА АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ AI-19

Приложение Б (продолжение)



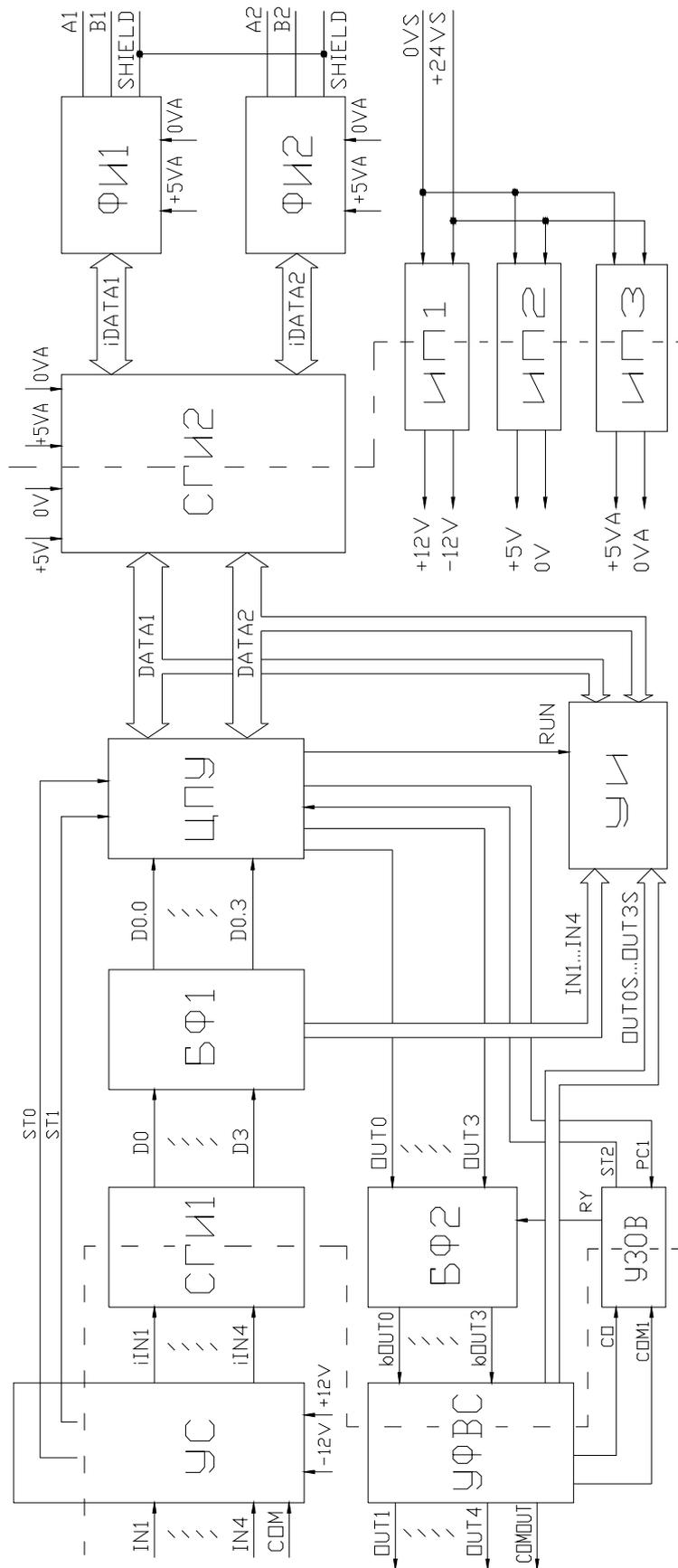
Структурная схема модуля сопряжения с тензодатчиками STF-11

Приложение Б (продолжение)



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ ВВОДА ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ DI-11

Приложение Б (продолжение)



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ ВВОДА-ВЫВОДА ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ ДИО-11

Соединитель MSTBA 2.5/10-G-5.08 (MSTB 2.5/10-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	GND
2	+24VS
3	0VS
4	B1 (RS-485)
5	A1 (RS-485)
6	SHIELD
7	B2 (RS-485)
8	A2 (RS-485)
9	SHIELD
10	GND

Цоколевка системного разъема X1 модулей серии DCS-2000 взрывозащищенных

Соединитель MSTBA 2.5/12-G-5.08 (MSTB 2.5/12-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	+T1
2	-T1
3	+T2
4	-T2
5	+T3
6	-T3
7	+T4
8	-T4
9	+IN
10	-IN
11	OUT
12	0V

Цоколевка объектного разъема X2 модуля ввода аналоговых сигналов AI-10

Приложение В (продолжение)

Соединитель MSTBA 2.5/12-G-5.08 (MSTB 2.5/12-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	OUT4
2	-IN4
3	+IN4
4	OUT3
5	-IN3
6	+IN3
7	OUT2
8	-IN2
9	+IN2
10	OUT1
11	-IN1
12	+IN1

Цоколевка объектного разъема X2 модуля ввода аналоговых сигналов AI-11

Соединитель MSTBA 2.5/12-G-5.08 (MSTB 2.5/12-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	+E4
2	+E3
3	+E2
4	+E1
5	-IN4
6	+IN4
7	-IN3
8	+IN3
9	-IN2
10	+IN2
11	-IN1
12	+IN1

Цоколевка объектного разъема X2 модуля ввода аналоговых сигналов AI-12

Приложение В (продолжение)

Соединитель MSTBA 2.5/8-G-5.08 (MSTB 2.5/8-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	-IN4
2	+IN4
3	-IN3
4	+IN3
5	-IN2
6	+IN2
7	-IN1
8	+IN1

Цоколевка объектного разъема X2 модуля контроля сопротивления AI-13

Соединитель MC 1.5/16-G-3.81 (MC 1.5/16-ST-3.81)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	OUT1
2	+IN1
3	-IN1
4	COM1
5	OUT2
6	+IN2
7	-IN2
8	COM2
9	OUT3
10	+IN3
11	-IN3
12	COM3
13	OUT4
14	+IN4
15	-IN4
16	COM4

Цоколевка объектного разъема X2 модуля ввода аналоговых сигналов AI-19

Приложение В (продолжение)

Соединитель MSTBA 2.5/7-G-5.08 (MSTB 2.5/7-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	-S
2	-E
3	+E
4	+S
5	-M
6	+M
7	SHLD

Цоколевка объектного разъема X2 модуля сопряжения с тензодатчиками STF-11

Соединитель MSTBA 2.5/10-G-5.08 (MSTB 2.5/10-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	COM
2	COM
3	IN8
4	IN7
5	IN6
6	IN5
7	IN4
8	IN3
9	IN2
10	IN1

Цоколевка объектного разъема X2 модуля ввода дискретных сигналов DI-11

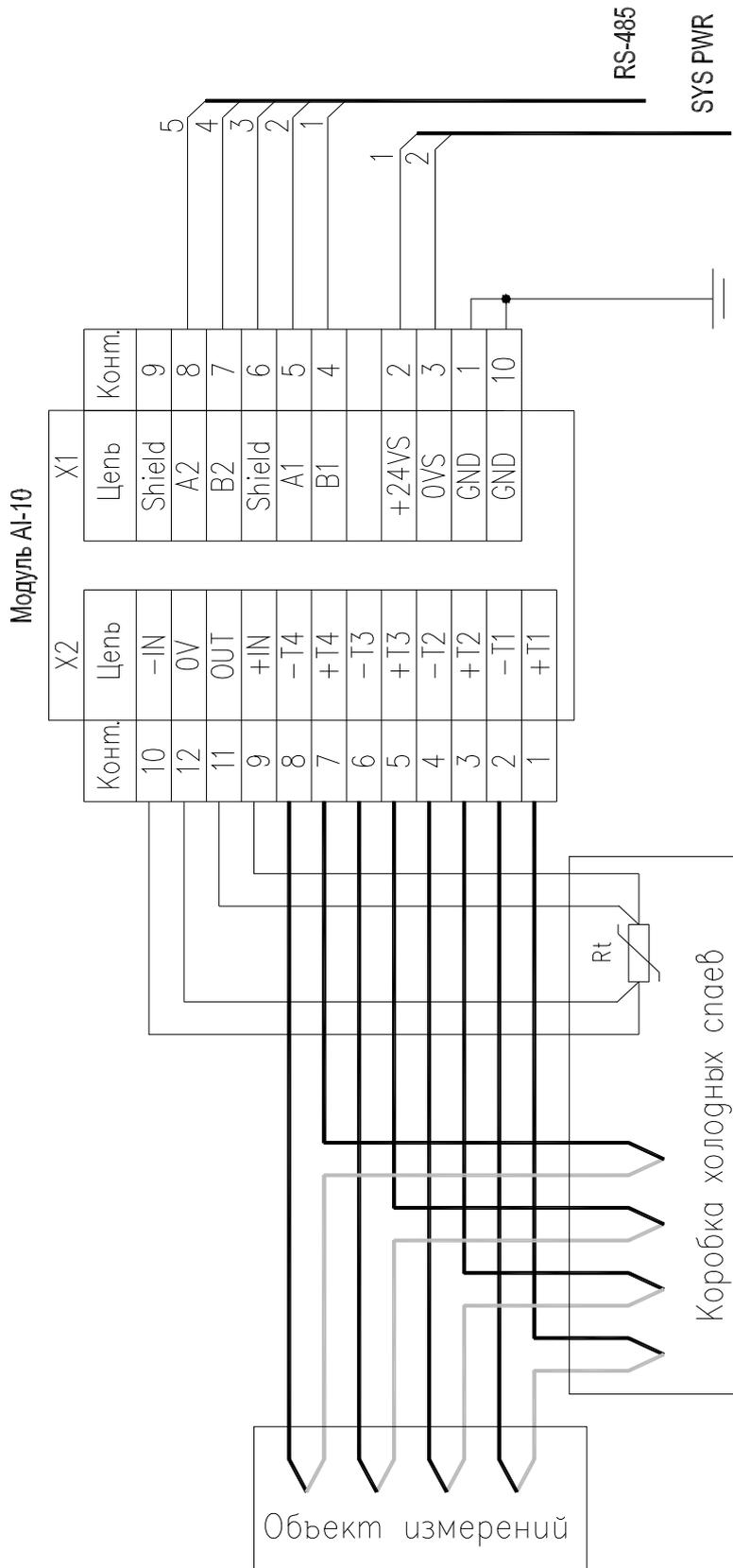
Приложение В (продолжение)

Соединитель MSTBA 2.5/5-G-5.08 (MSTB 2.5/5-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	IN4
2	IN3
3	IN2
4	IN1
5	COM

Цоколевка объектного разъема X2 модуля ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11

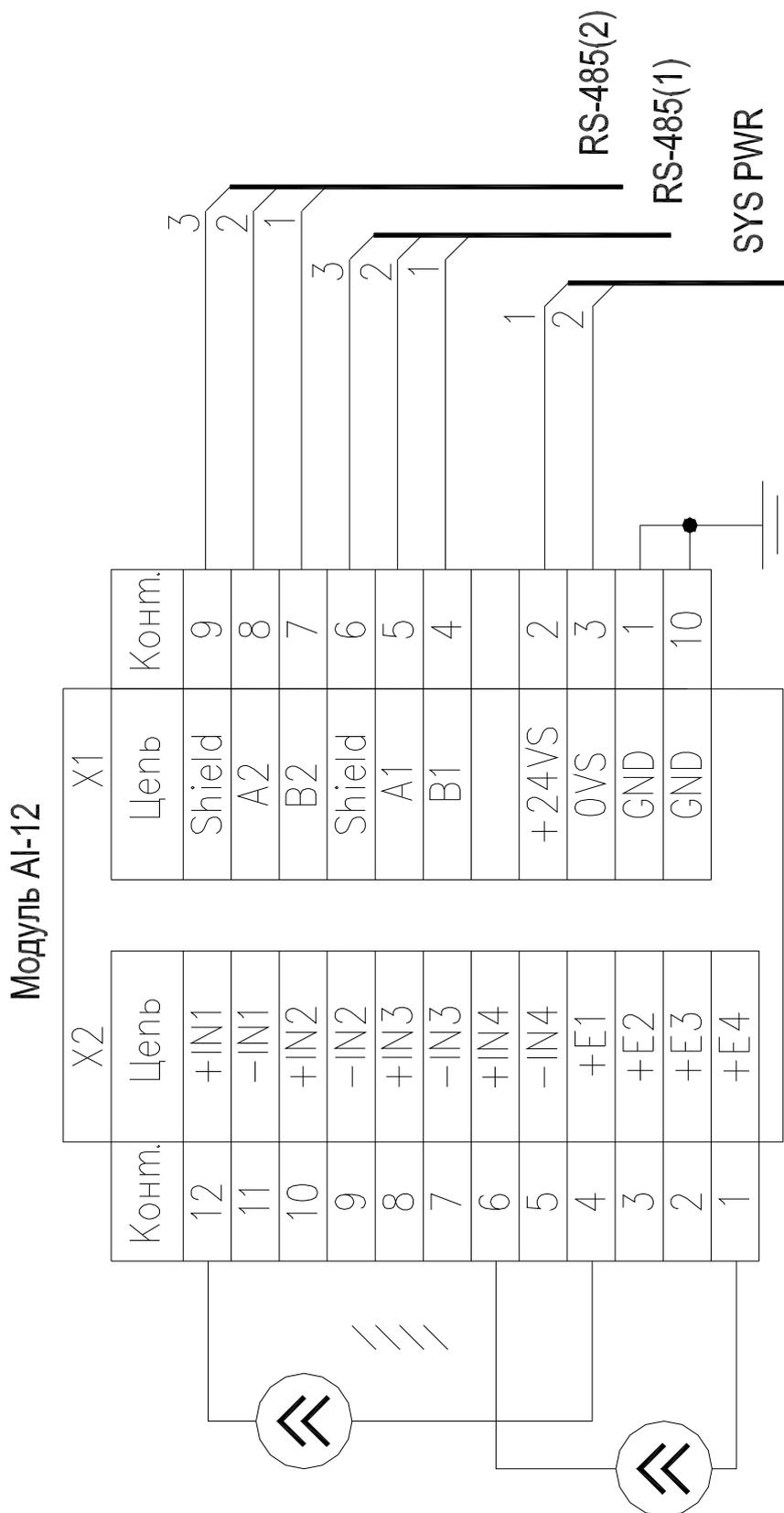
Соединитель MSTBA 2.5/5-G-5.08 (MSTB 2.5/5-ST-5.08)	
Номер контакта	Идентификатор сигнала
1	COMOUT
2	OUT4
3	OUT3
4	OUT2
5	OUT1

Цоколевка объектного разъема X3 модуля ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11

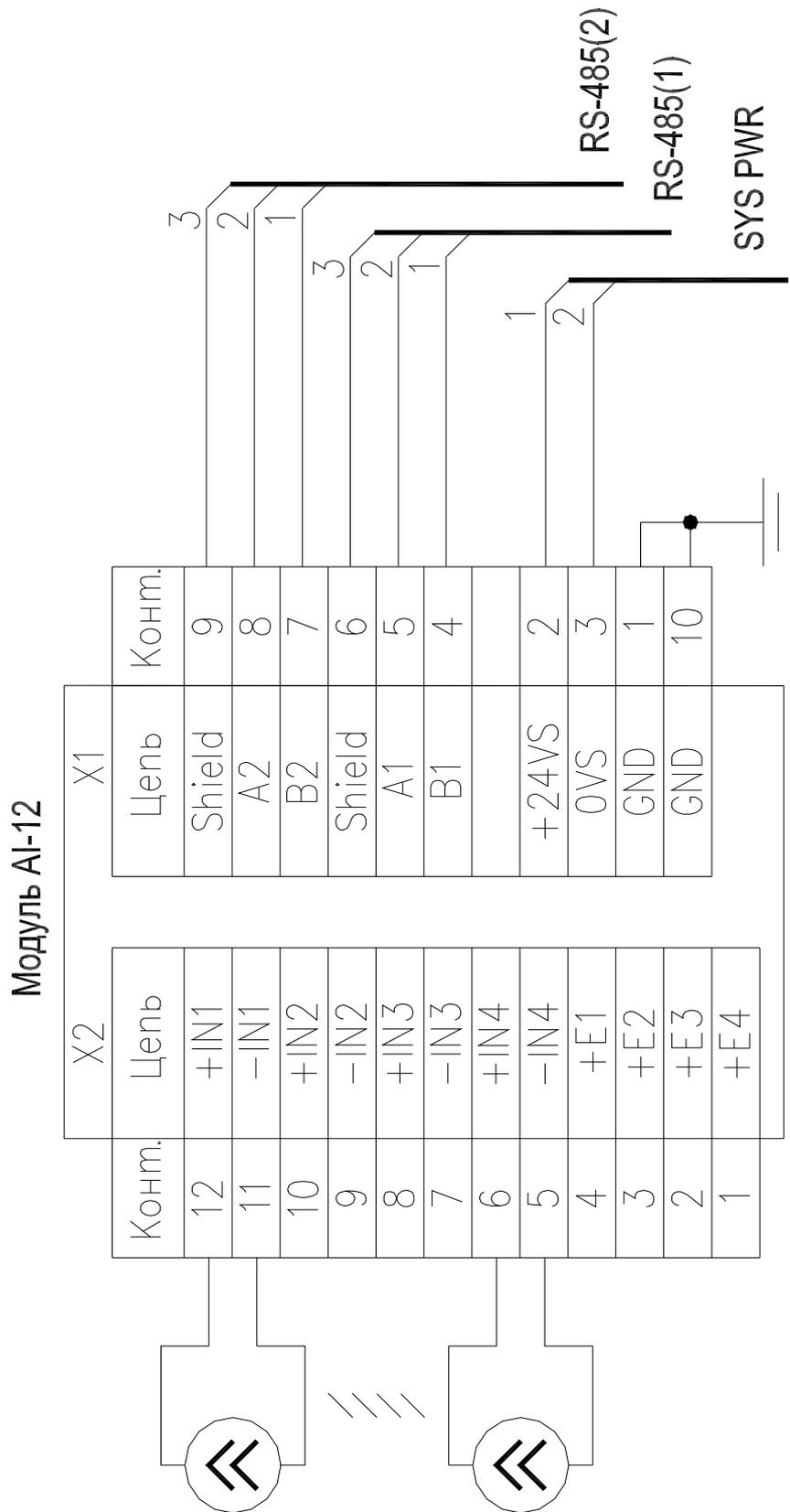


Пример подключения модуля ввода аналоговых сигналов AI-10

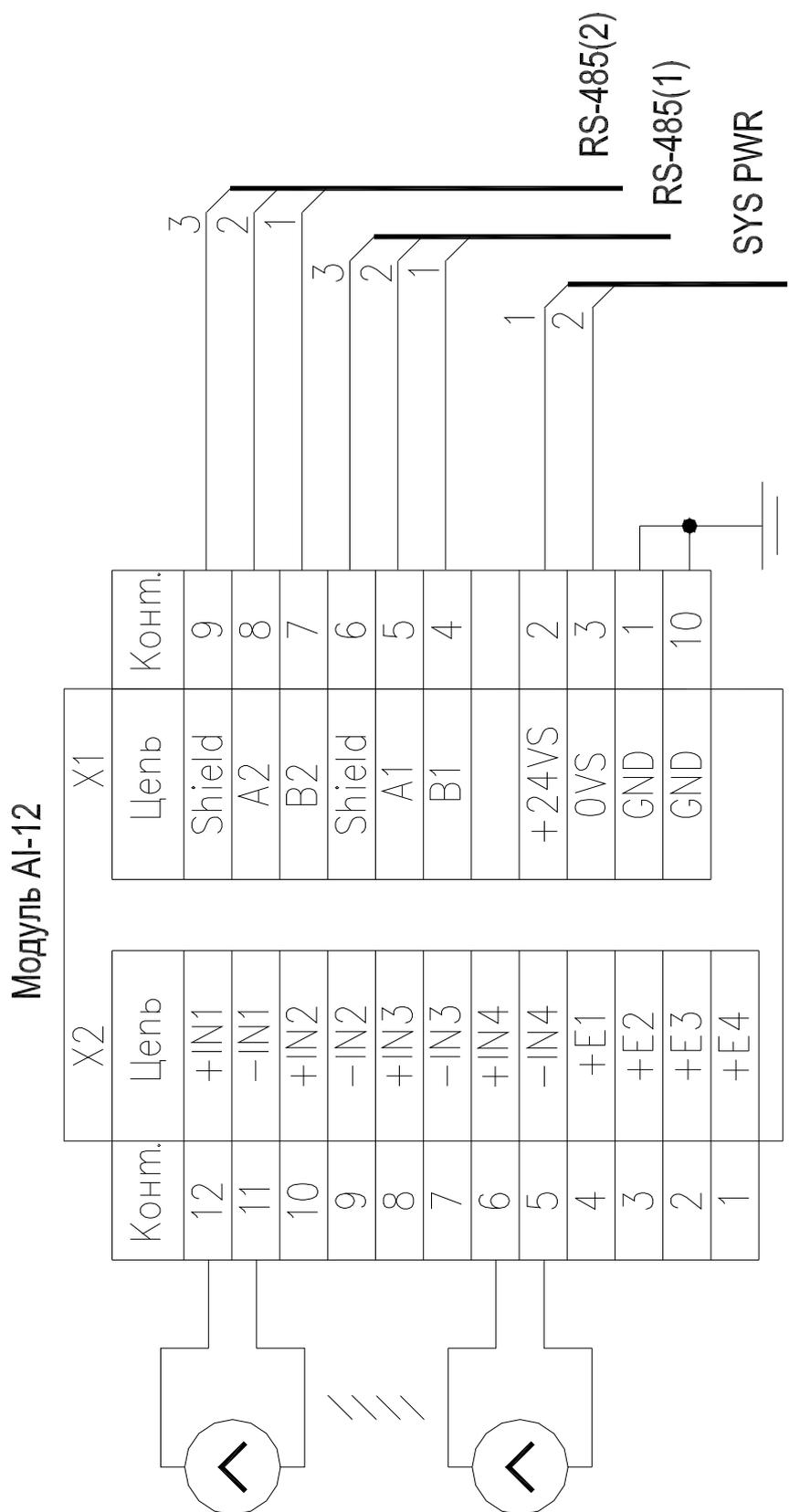




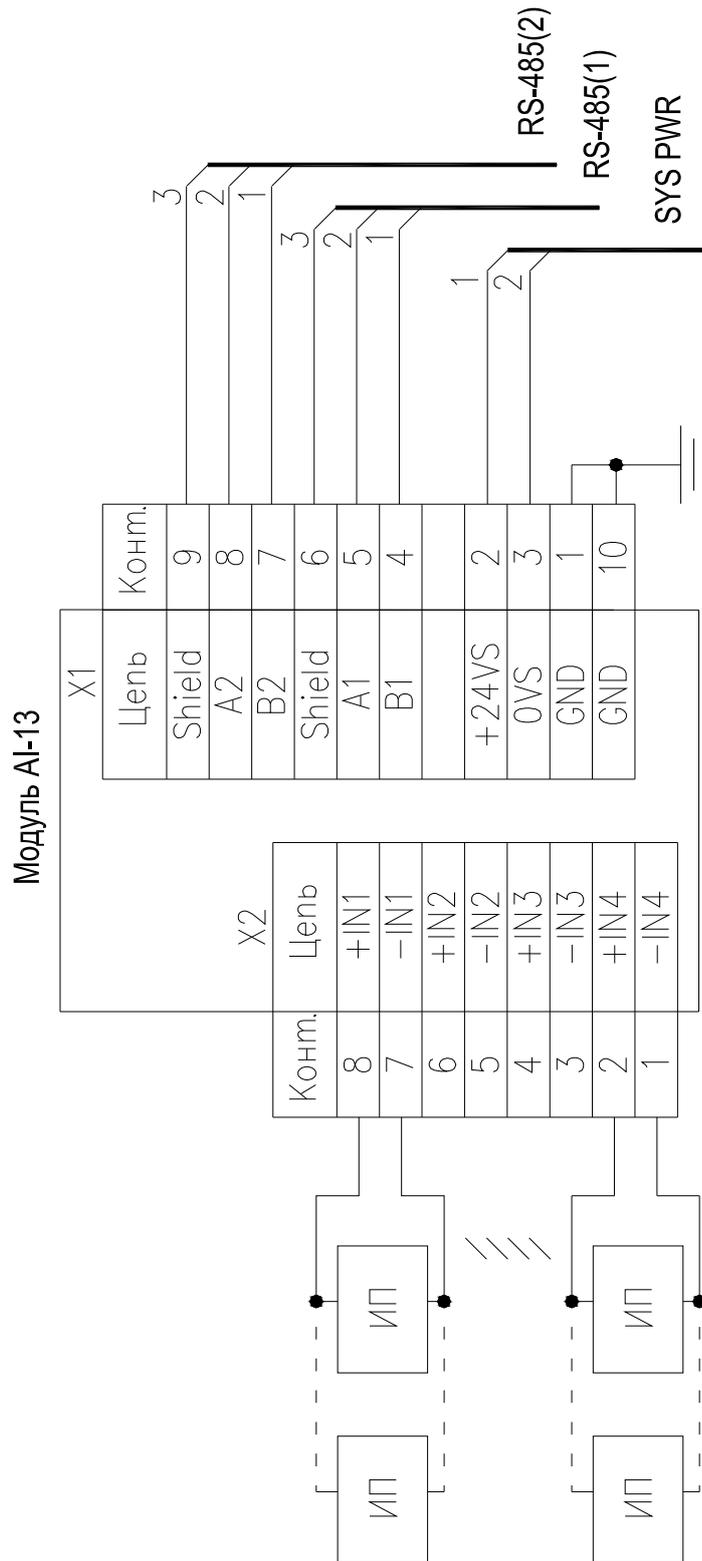
Пример подключения пассивных датчиков тока датчиков к модулю ввода аналоговых сигналов AI-12



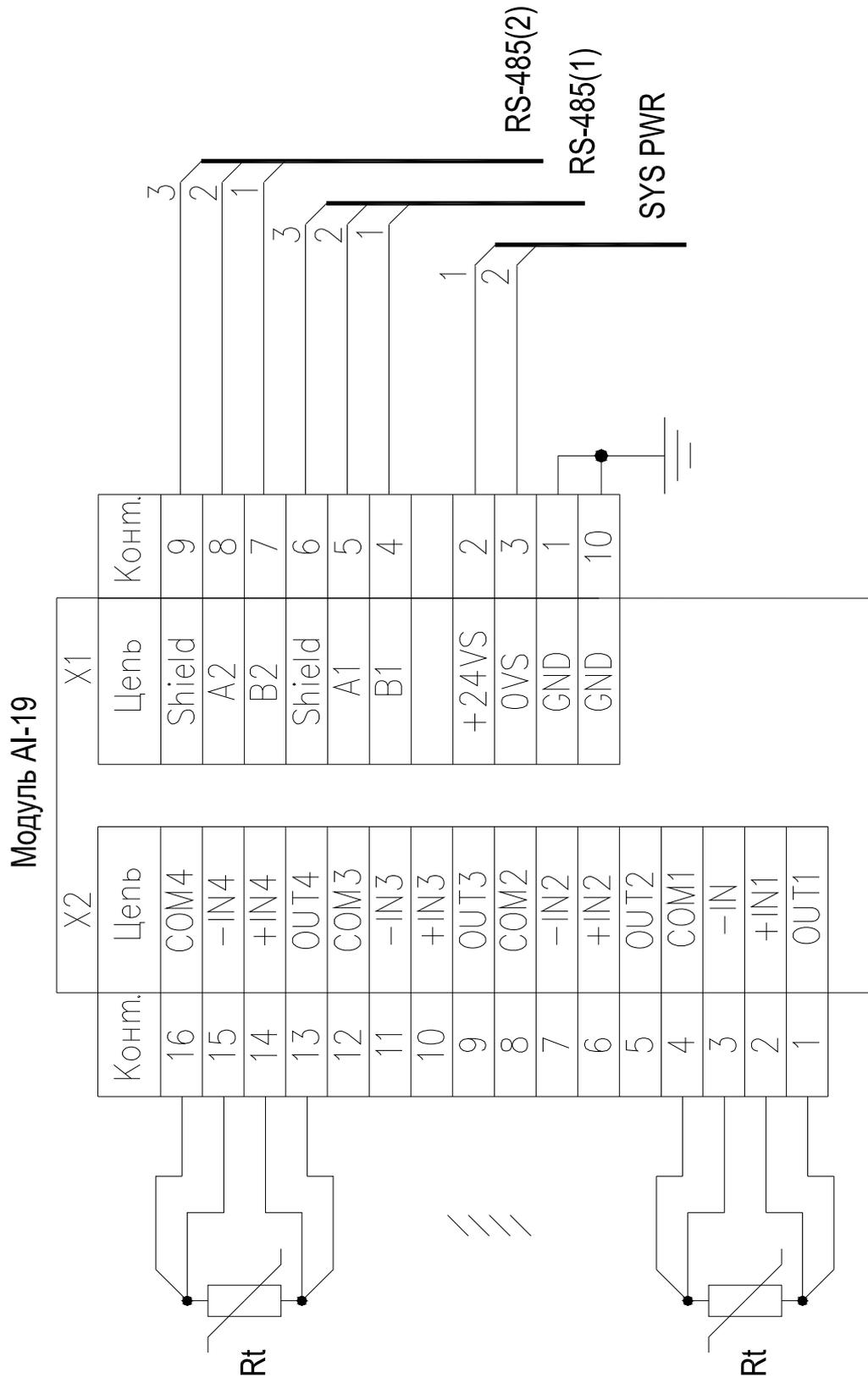
Пример подключения активных датчиков тока датчиков к модулю ввода аналоговых сигналов AI-12



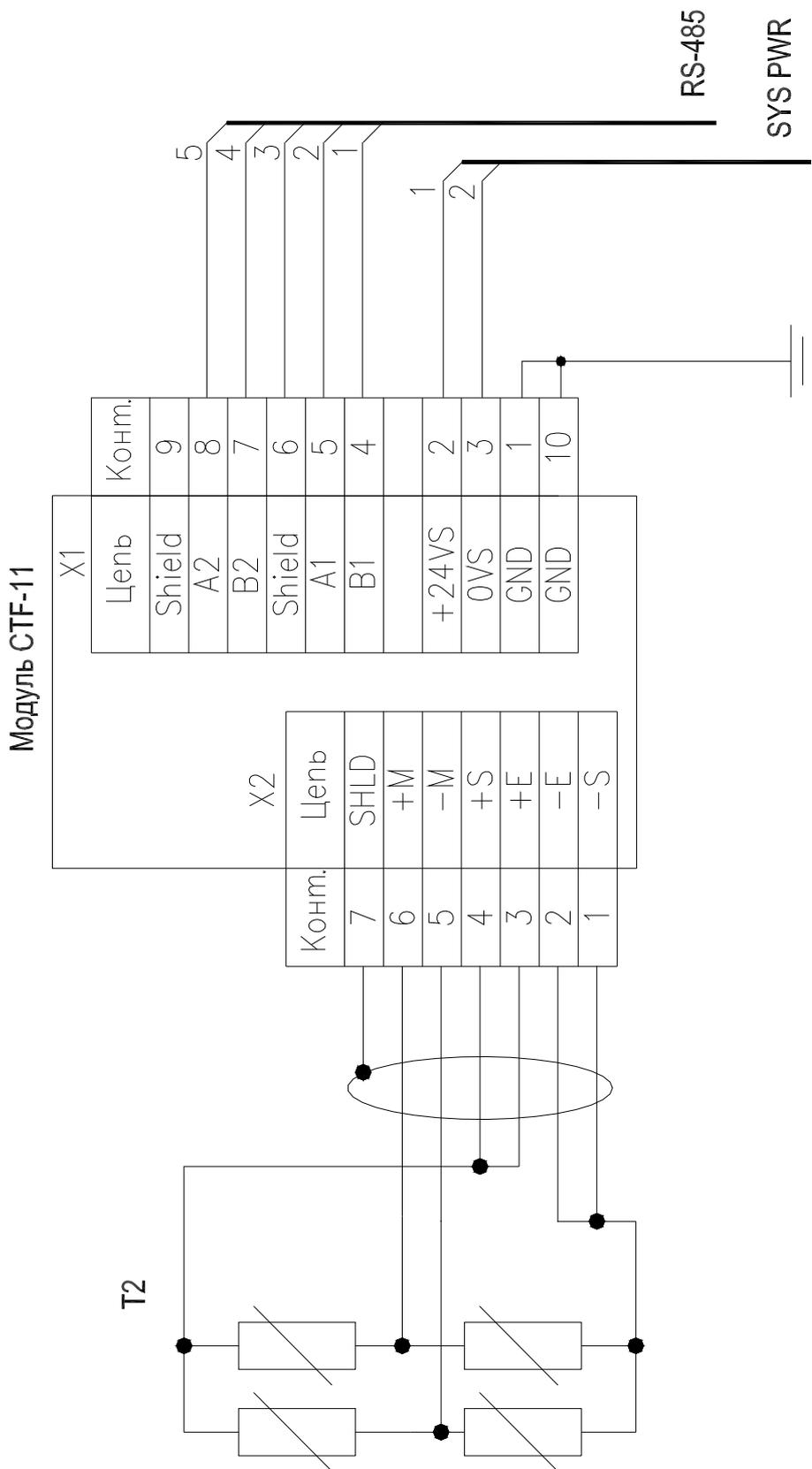
Пример подключения модуля ввода аналоговых сигналов AI-12 при измерении напряжения



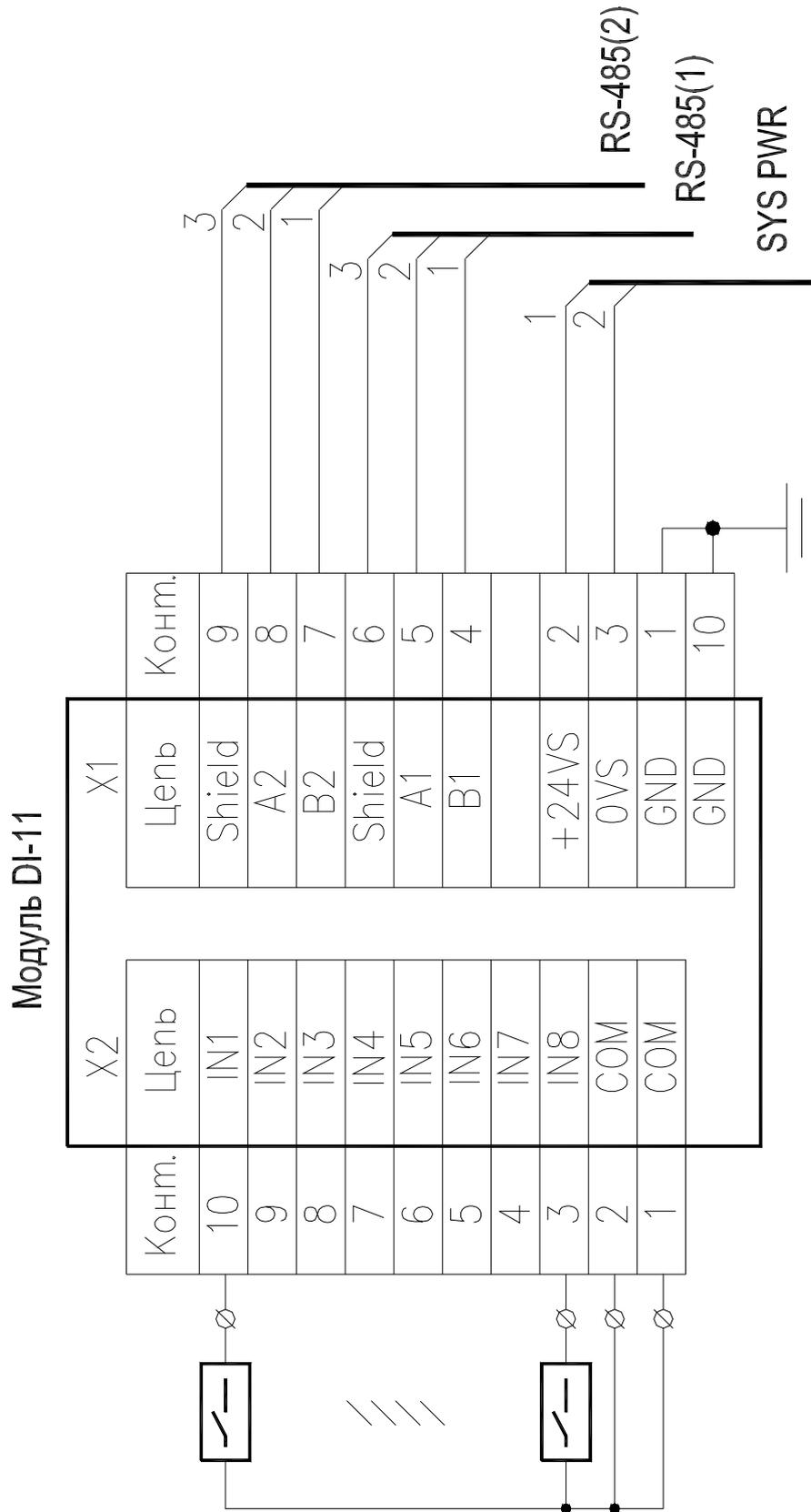
Пример подключения модуля контроля сопротивления AI-13



Пример подключения модуля ввода аналоговых сигналов AI-19

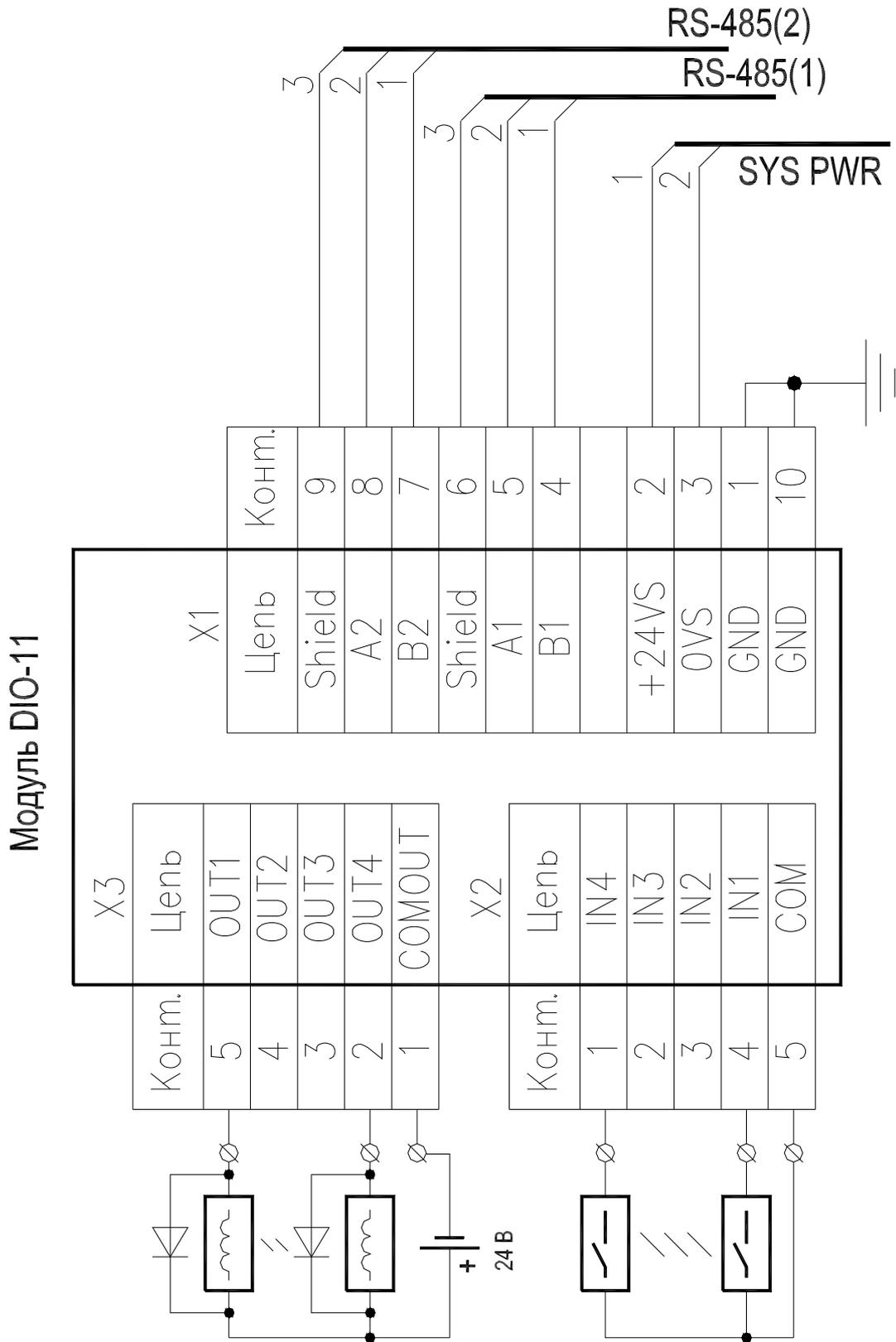


Пример подключения модуля сопряжения с тензодатчиками STF-11

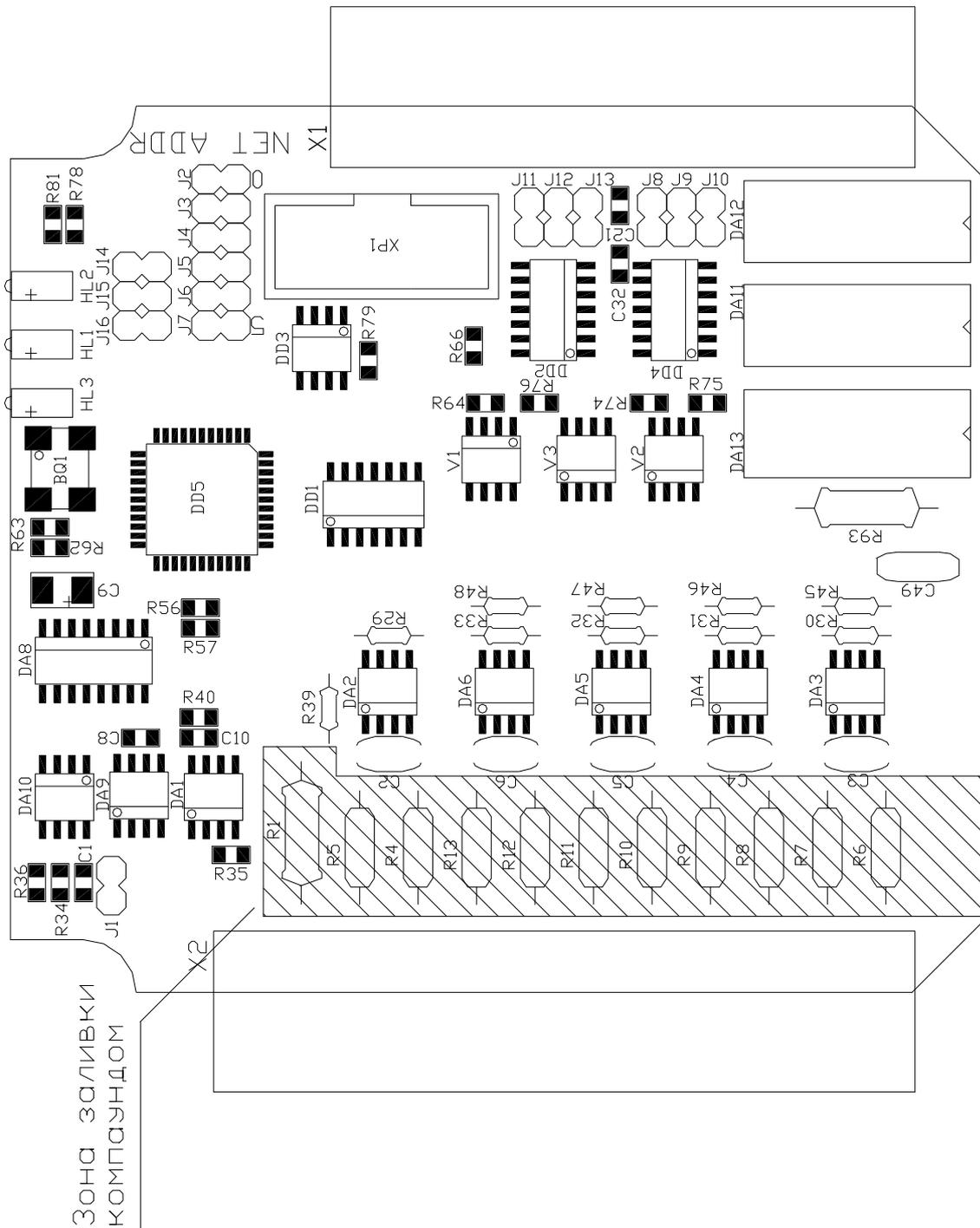


Пример подключения модуля ввода дискретных сигналов DI-11

Приложение Г (продолжение)

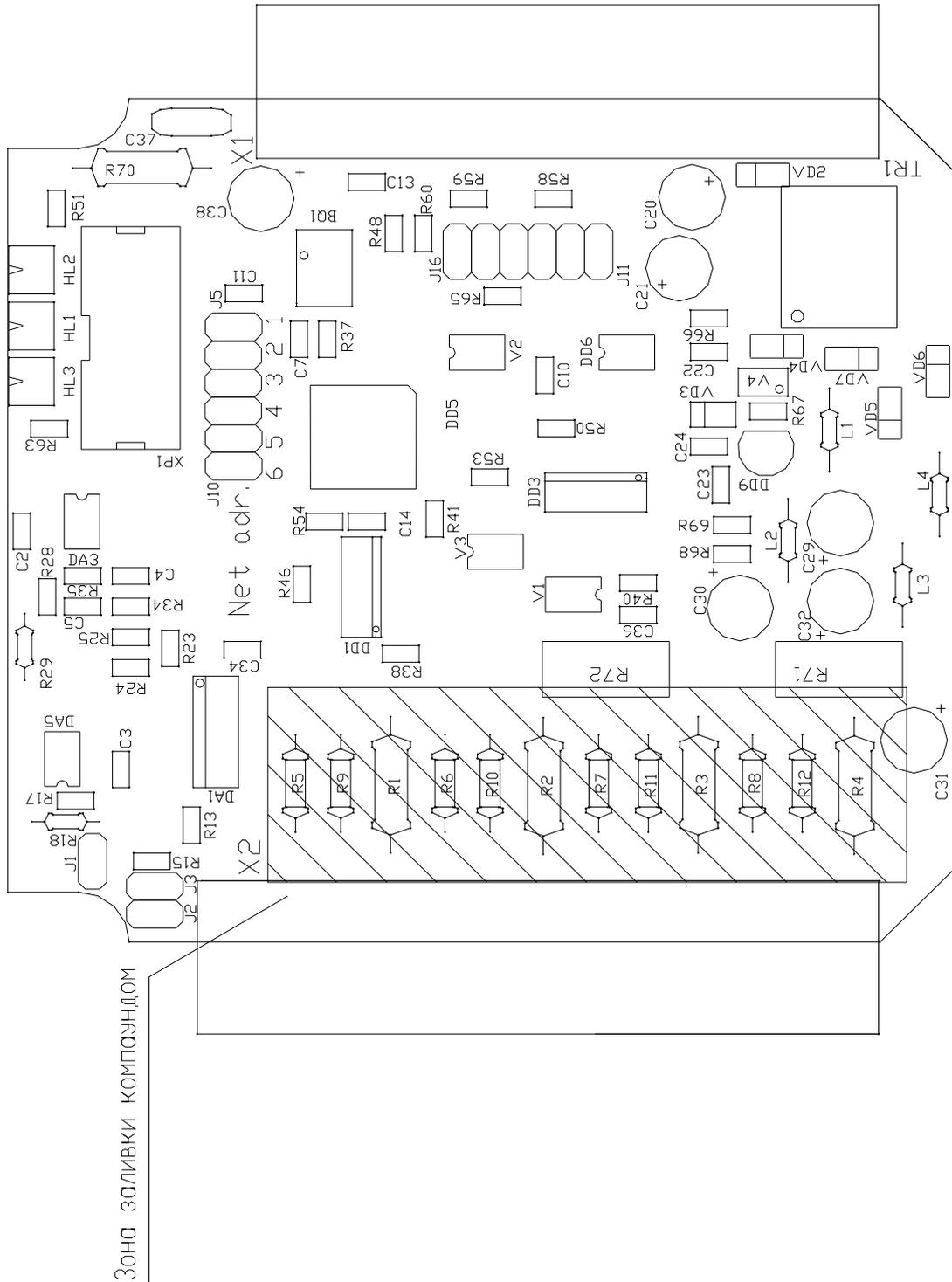


Пример подключения модуля ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11

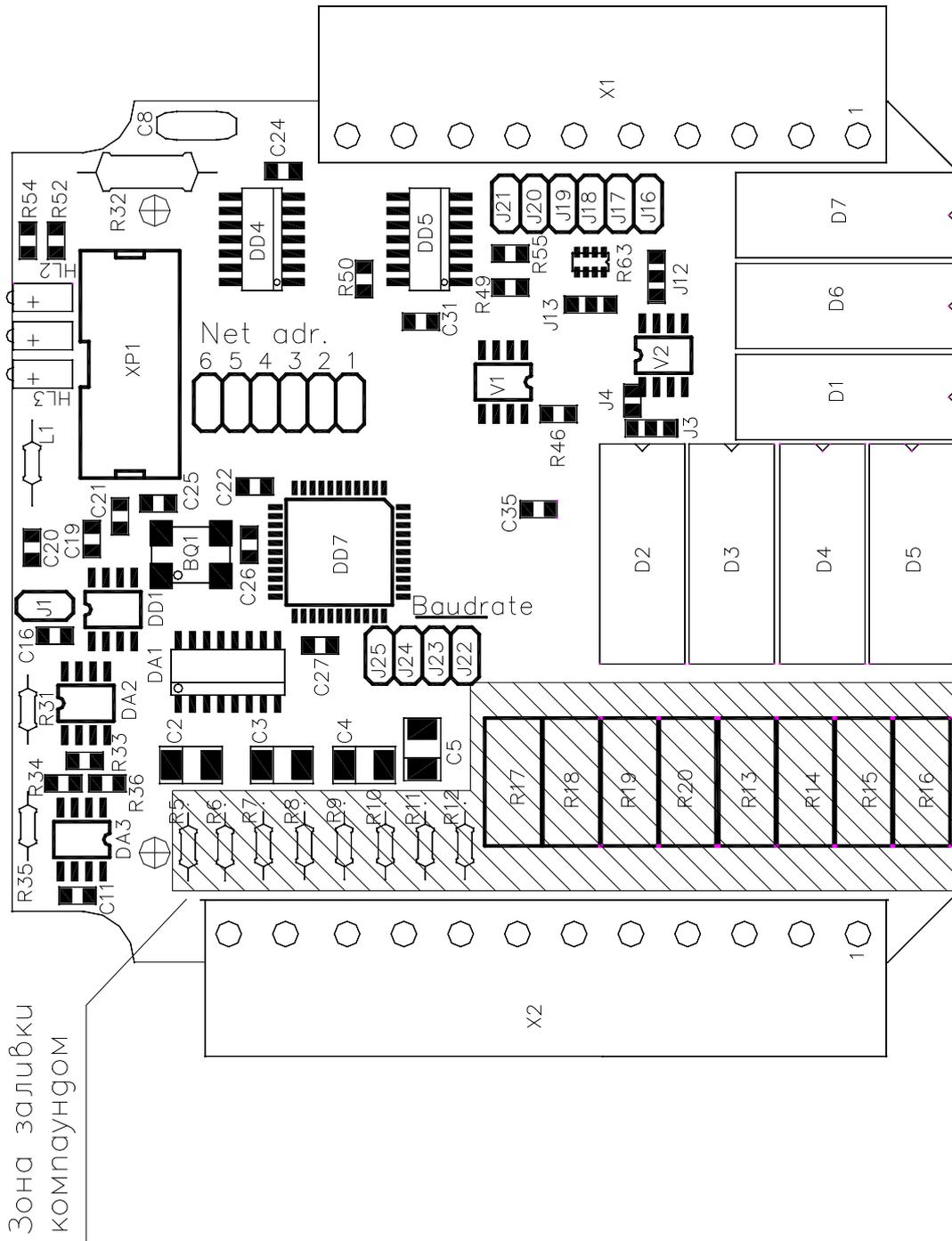


Расположение элементов на плате модуля ввода аналоговых сигналов AI-10

Приложение Д (продолжение)

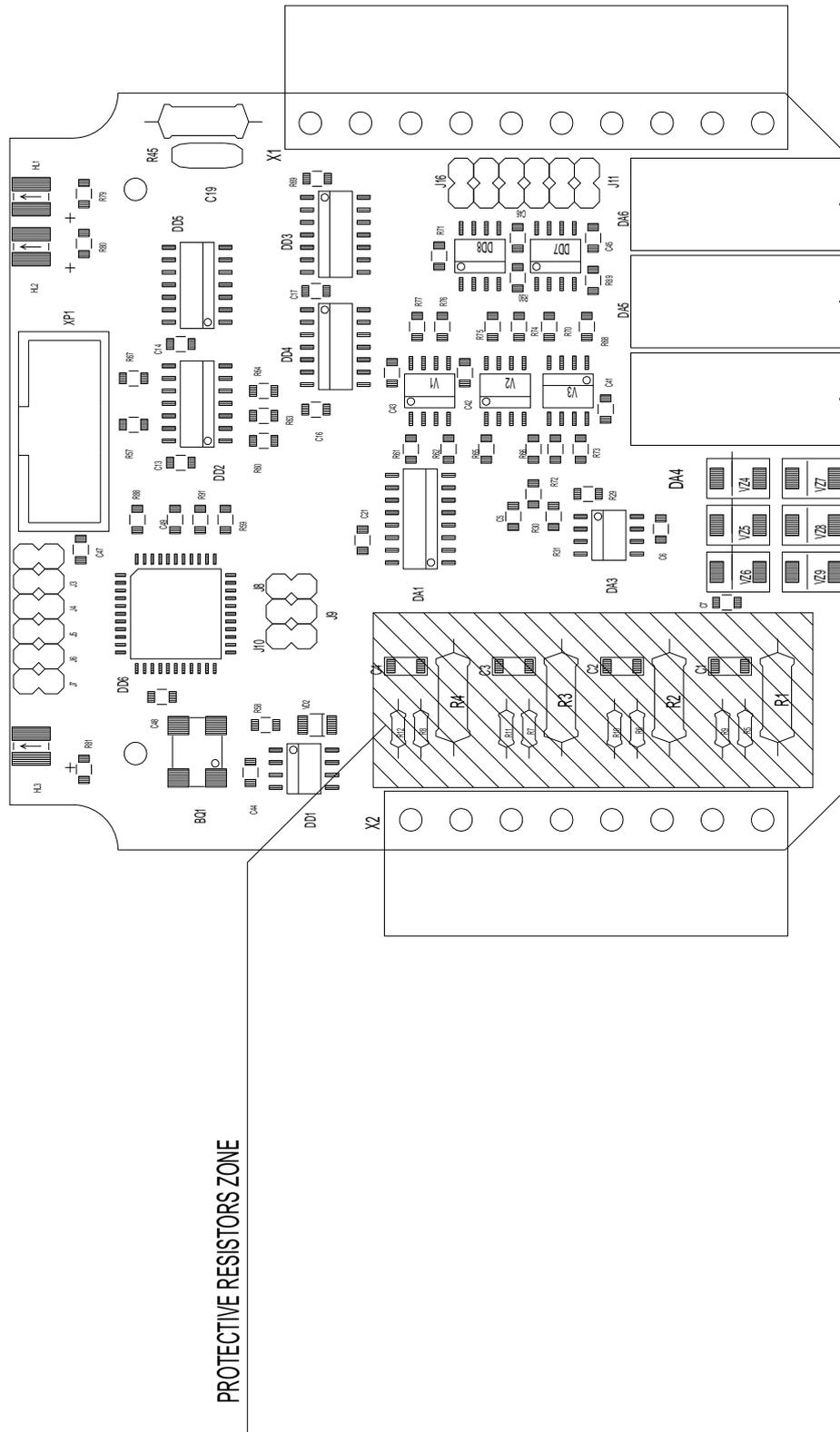


Расположение элементов на плате модуля ввода аналоговых сигналов AI-11



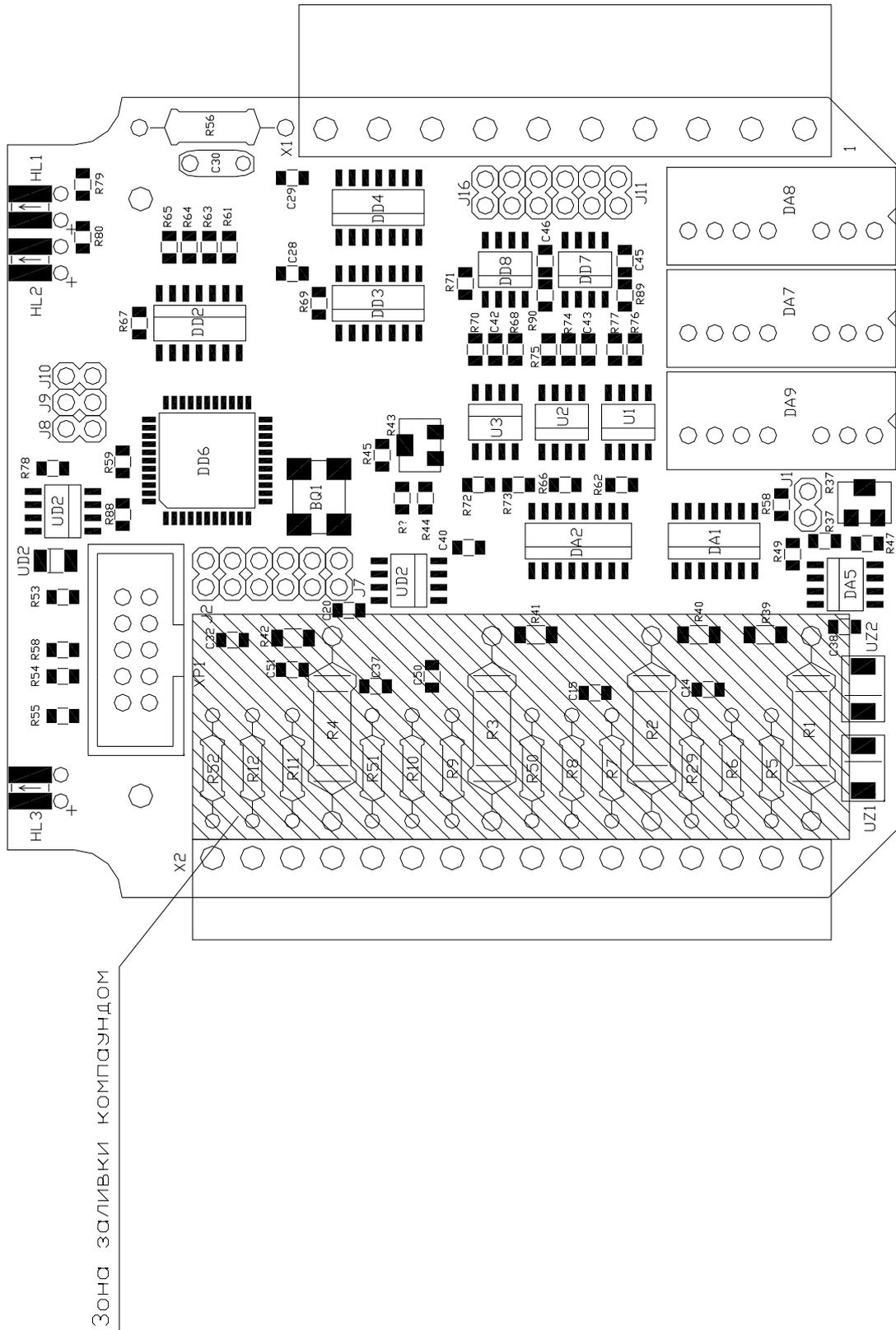
Расположение элементов на плате модуля ввода аналоговых сигналов AI-12

Приложение Д (продолжение)



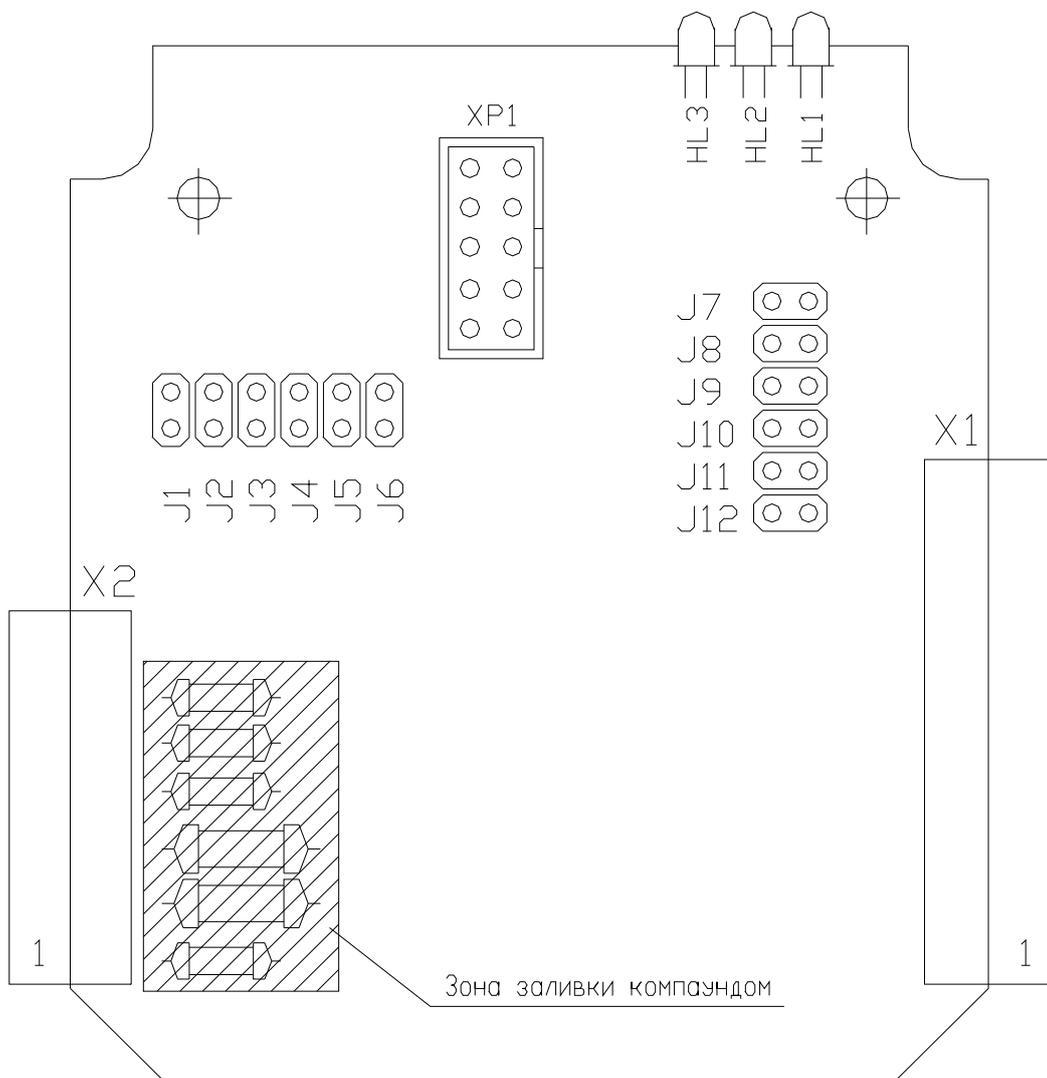
Расположение элементов на плате модуля контроля сопротивления AI-13

Приложение Д (продолжение)

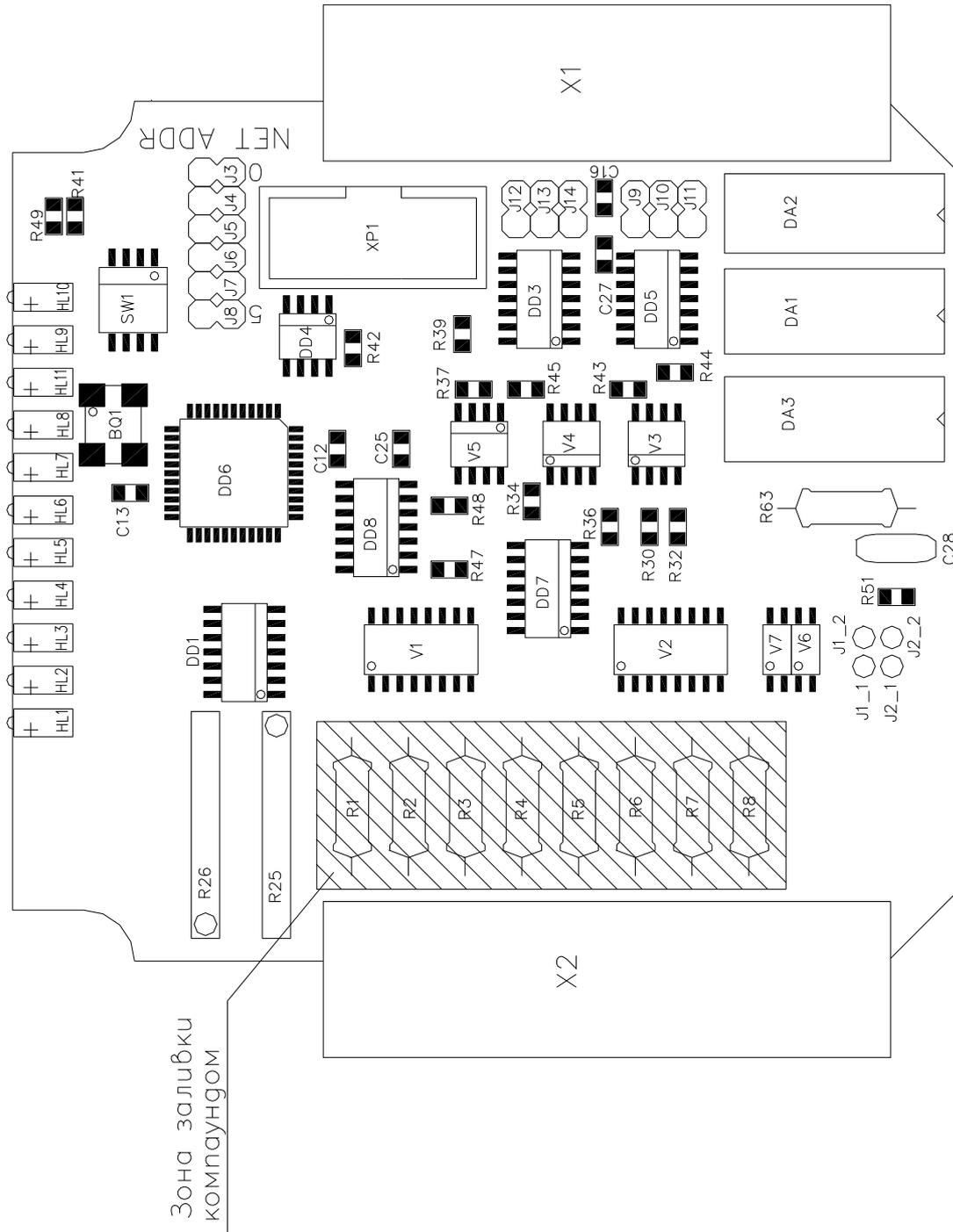


Расположение элементов на плате модуля ввода аналоговых сигналов AI-19

Приложение Д (продолжение)

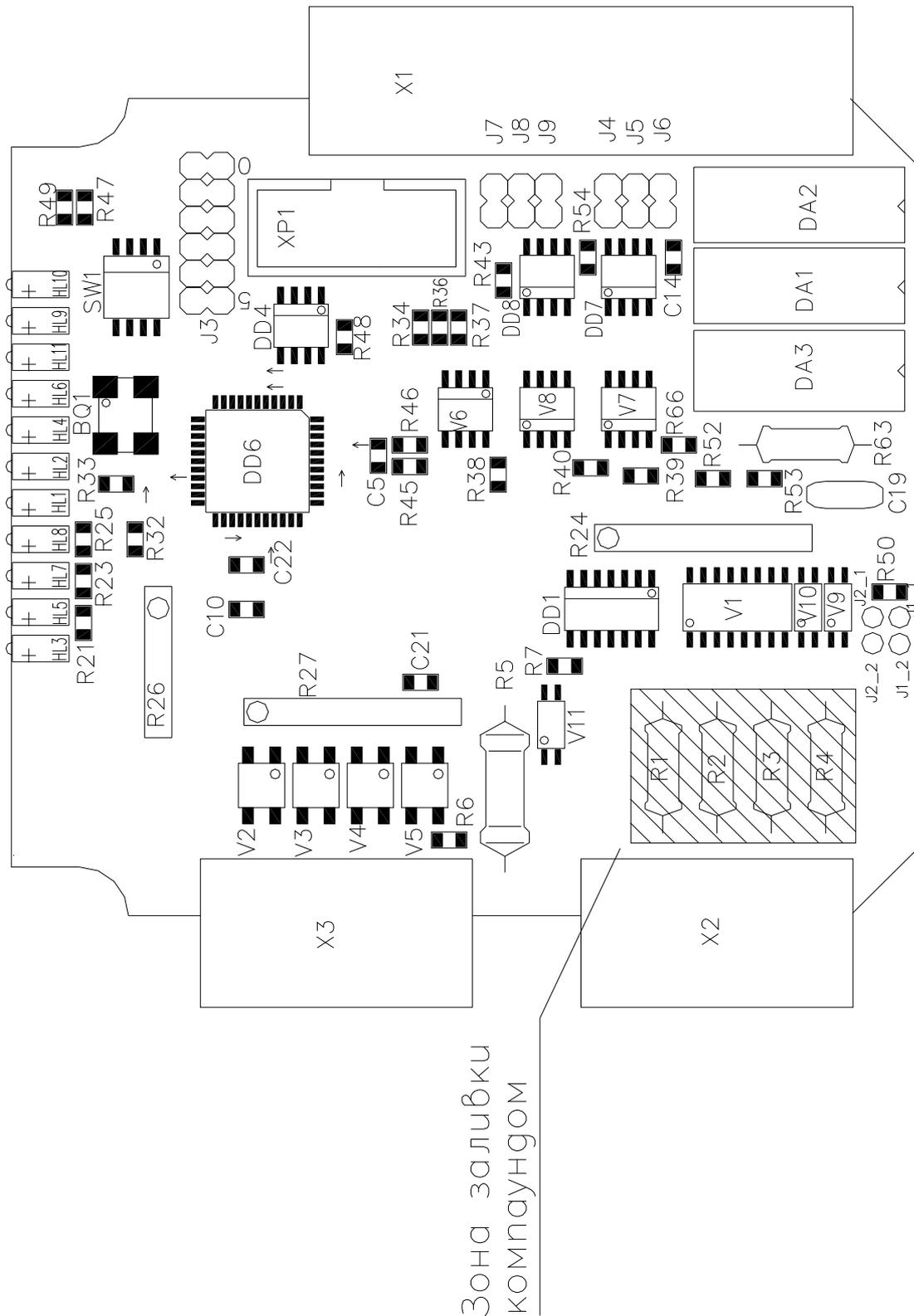


Расположение элементов на плате модуля сопряжения с тензодатчиками СТФ-11



Расположение элементов на плате модуля ввода дискретных сигналов DI-11

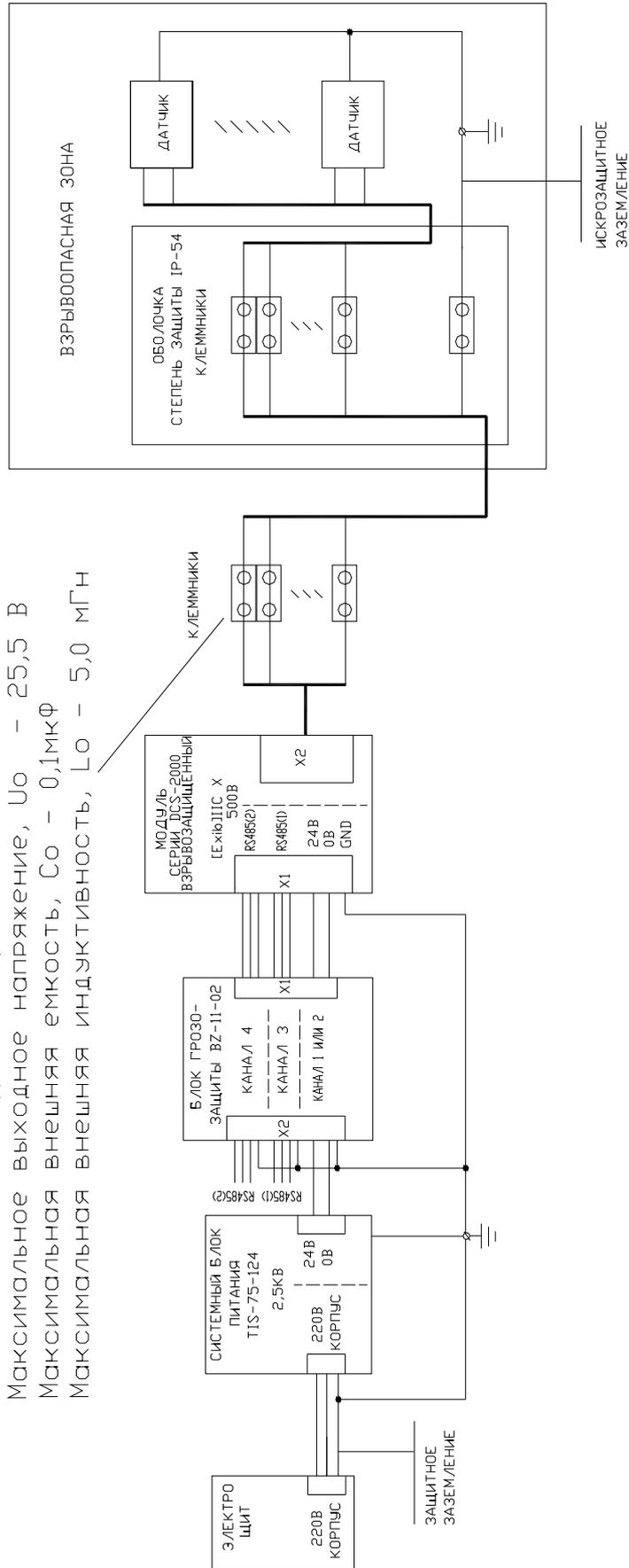
Приложение Д (продолжение)



Расположение элементов на плате модуля ввода-вывода дискретных сигналов DIO-11

Искробезопасные цепи  
Пределные параметры

Максимальный выходной ток,  $I_o$  - 60 мА  
Максимальное выходное напряжение,  $U_o$  - 25,5 В  
Максимальная внешняя емкость,  $C_o$  - 0,1 мкФ  
Максимальная внешняя индуктивность,  $L_o$  - 5,0 мГн



ОБЩАЯ СХЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ

**ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ДАНЫ ССЫЛКИ В НАСТОЯЩЕМ РЭ**

Обозначение документа	Наименование документа
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов
ГОСТ 515-77	Бумага упаковочная битумированная и дегтевая. Технические условия
ГОСТ Р 52901-2007	Картон гофрированный для упаковки продукции. Технические условия
ГОСТ 9.014-78	ЕК ЗКС. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования
ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i
ГОСТ 30852.9-2002 (МЭК 60079-10:1995)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон
ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i
ГОСТ Р 51330.9-99 (МЭК 60079-14-96)	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон