

# Модули аналогового ввода

## МАВ1.

Руководство по эксплуатации  
ЛЯЮИ.469546.007РЭ  
на 59 листах

Перв. примен.  
ЛЯЮИ.469546.007

Литера

2006

|              |              |               |              |              |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|              |              |               |              |              |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взаим. Инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Описание и работа . . . . .                                | 5  |
| 1.1 | Назначение модулей . . . . .                               | 5  |
| 1.2 | Технические характеристики . . . . .                       | 5  |
| 1.3 | Состав модулей . . . . .                                   | 11 |
| 1.4 | Устройство и работа . . . . .                              | 11 |
| 1.5 | Справочный материал по программированию . . . . .          | 16 |
| 1.6 | Маркировка . . . . .                                       | 34 |
| 1.7 | Упаковка . . . . .   | 34 |
| 2   | Использование по назначению . . . . .                      | 35 |
| 2.1 | Приемка модулей . . . . .                                  | 35 |
| 2.2 | Ввод в эксплуатацию . . . . .                              | 35 |
| 2.3 | Правила сдачи . . . . .                                    | 35 |
| 2.4 | Программа сдачи модулей . . . . .                          | 36 |
| 2.5 | Подготовка изделия к использованию . . . . .               | 36 |
| 2.6 | Характерные неисправности и методы их устранения . . . . . | 50 |
| 3   | Техническое обслуживание . . . . .                         | 50 |
| 3.1 | Меры безопасности . . . . .                                | 50 |
| 3.2 | Порядок технического обслуживания модулей . . . . .        | 50 |
| 3.3 | Проверка технического состояния модулей . . . . .          | 50 |
| 3.4 | Расконсервация . . . . .                                   | 50 |
| 3.5 | Переконсервация . . . . .                                  | 51 |
| 3.6 | Защита от статического электричества . . . . .             | 51 |
| 4   | Распаковка . . . . .                                       | 51 |
| 5   | Хранение . . . . .   | 51 |
| 6   | Транспортирование . . . . .                                | 52 |
|     | Приложение А . . . . .                                     | 53 |
|     | Приложение Б . . . . .                                     | 54 |
|     | Приложение В . . . . .                                     | 56 |

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения, необходимые для эксплуатации модулей аналогового ввода МАВ1. (в дальнейшем модулей) ЛЯЮИ.469546.007 и распространяется на модули, изготавливаемые в исполнениях согласно таблиц 1; А.1; А.2; А.4; А5. Модули предназначены для совместной работы с кроссовыми модулями аналогового ввода МКАВ1. . . МКАВ6.

В разделах с 1 по 6 с целью сокращения перечислений вместо приведения кодов всего множества вариантов дополнительных исполнений указывается только код первого варианта дополнительного исполнения данного модуля.

Таблица 1 – Таблица исполнений

| Обозначение*                                   | Наименование и код*  | Характеристика исполнения  |
|--|--|--|
| ЛЯЮИ.469546.007                                | Модуль аналогового ввода МАВ1.1  | Ввод и преобразование в двоичный код постоянного тока с групповой гальванической развязкой   |
| ЛЯЮИ.469546.007-01.02<br>ЛЯЮИ.469546.007-01.03 | Модуль аналогового ввода МАВ1.1.1<br>Модуль аналогового ввода МАВ1.1.2 | Ввод и преобразование в двоичный код постоянного тока с групповой гальванической развязкой и улучшенной конструкцией   |
| ЛЯЮИ.469546.007-01                             | Модуль аналогового ввода МАВ1.2  | Ввод и преобразование в двоичный код напряжений постоянного тока в диапазонах от $\pm 10\text{мВ}$ до $\pm 1,28\text{ В}$ с групповой гальванической развязкой                           |
| ЛЯЮИ.469546.007-01.01<br>ЛЯЮИ.469546.007-01.04 | Модуль аналогового ввода МАВ1.2.1<br>Модуль аналогового ввода МАВ1.2.2 | Ввод и преобразование в двоичный код напряжений постоянного тока в диапазонах от $\pm 10\text{мВ}$ до $\pm 1,28\text{ В}$ с групповой гальванической развязкой и улучшенной конструкцией |
| ЛЯЮИ.469546.007-02                             | Модуль аналогового ввода МАВ1.3  | Ввод и преобразование в двоичный код сигналов термопар с групповой гальванической развязкой  |
| ЛЯЮИ.469546.007-02.01<br>ЛЯЮИ.469546.007-02.02 | Модуль аналогового ввода МАВ1.3.1<br>Модуль аналогового ввода МАВ1.3.2 | Ввод и преобразование в двоичный код сигналов термопар с групповой гальванической развязкой и улучшенной конструкцией  |
| ЛЯЮИ.469546.007-03                             | Модуль аналогового ввода МАВ1.4  | Малоканальный ввод и преобразование в двоичный код сигналов $4^x$ проводных термопреобразователей сопротивления с групповой гальванической развязкой.                                    |
| ЛЯЮИ.469546.007-03.01                          | Модуль аналогового ввода МАВ1.4.1                                      | Малоканальный ввод и преобразование в двоичный код сигналов $4^x$ проводных термопреобразователей сопротивления с групповой гальванической развязкой и улучшенной конструкцией           |

## Продолжение таблицы 1

| Обозначение           | Наименование и код                   | Характеристика исполнения  |
|-----------------------|--------------------------------------|--|
| ЛЯЮИ.469546.007-04    | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.5   | Многоканальный ввод и преобразование в двоичный код сигналов $2^x, 3^x, 4^x$ проводных термометров сопротивления с групповой гальванической развязкой  |
| ЛЯЮИ.469546.007-04.01 | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.5.1 | Многоканальный ввод и преобразование в двоичный код сигналов $2^x, 3^x, 4^x$ проводных термометров сопротивления с групповой гальванической развязкой и улучшенной конструкцией  |
| ЛЯЮИ.469546.007-04.02 | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.5.2 |  |
| ЛЯЮИ.469546.007-04.03 | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.5.3 |  |
| ЛЯЮИ.469546.007-05    | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.6   | Ввод и преобразование в двоичный код напряжений постоянного тока в диапазоне от $\pm 100\text{мВ}$ до $\pm 12,8\text{ В}$ с групповой гальванической развязкой   |
| ЛЯЮИ.469546.007-05.01 | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.6.1 | Ввод и преобразование в двоичный код напряжений постоянного тока в диапазоне от $\pm 100\text{мВ}$ до $\pm 12,8\text{ В}$ с групповой гальванической развязкой и улучшенной конструкцией   |
| ЛЯЮИ.469546.007-05.02 | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.6.2 |  |
| ЛЯЮИ.469546.007-05.03 | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.6.3 |  |
| ЛЯЮИ.469546.007-05.04 | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.6.4 |  |
| ЛЯЮИ.469546.007-06    | Модуль аналогового ввода<br>МAB1.7   | Аналоговый ввод сигналов постоянного тока ( $\pm 5\text{ мА}$ ; $\pm 20\text{ мА}$ ; $4-20\text{ мА}$ ), напряжения постоянного тока в диапазонах от $\pm 20\text{ мВ}$ до $\pm 2,5\text{ В}$ , сигналов с выхода термопар, 2-х, 3-х, 4-х проводных термопреобразователей сопротивления с индивидуальной гальванической развязкой и обработкой информации в каждом канале.<br><br>Вывод аналоговых сигналов по напряжению в диапазонах $0-2,5\text{ В}$ ; $0-5\text{ В}$ ; $0-10\text{ В}$ . |

## 1 Описание и работа

### 1.1 Назначение модулей

Модули предназначены для ввода и преобразования входных аналоговых сигналов в двоичный код, а также вывода аналоговых сигналов согласно таблице 1.

Модули обеспечивают нормализацию входных аналоговых сигналов, аналого-цифровое преобразование по всем в совокупности каналам (с коммутатором входных сигналов) или отдельно по каждому из входных каналов (без коммутатора), вывод результатов преобразования на интерфейс ISA, а также вывод аналоговых сигналов.

Модули в процессе эксплуатации устойчивы к воздействию следующих климатических и механических факторов:

- 1) диапазоны температуры окружающего воздуха от 0 до плюс 70 °С и от минус 40 до плюс 85 °С (модули с температурным диапазоном -40÷85 °С маркируются символом «Т» в конце кодового обозначения);
- 2) относительная влажность воздуха от 40 до 95 % при температуре 25 °С;
- 3) атмосферное давление от 84 до 107 кПа (630 - 800 мм. рт. столба);
- 4) вибрация частотой 5-60 Гц, амплитуда ускорения 5 м/с<sup>2</sup>.

Нормальные условия эксплуатации модуля:

- 1) температура окружающего воздуха, плюс( 20±5) °С;
- 2) относительная влажность воздуха (65±15) %;
- 3) атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

Режим работы модулей - круглосуточный.

### 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Функциональное назначение и количество каналов аналоговых ввода (КАВВ) в исполнениях МАВ1.1 . . . МАВ1.6, МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1 функциональное назначение и количество КАВВ и каналов аналогового вывода (КАВ) в исполнении МАВ1.7 приведено в таблице 2. Основные технические характеристики приведены в таблице 3, технические характеристики в таблице 4 и таблице 5.

1.2.2 Значение сопротивления изоляции между общими проводами аналоговой и цифровой частей при нормальных климатических условиях - не менее 20 МОм; при температуре +70 °С - не менее 5 МОм, при относительной влажности 95 % - не менее 1 МОм.

1.2.3 Габаритные размеры модулей МАВ1. 124,5x114,3x17,5 мм.

1.2.4 Ток потребления модулей от системного источника питания 5 В исполнений МАВ1.1 . . . МАВ1.6 не более 0,5 А; МАВ 1.1.1 . . . МАВ1.6.1 не более 0,25 А; исполнения МАВ1.7 - не более 0,75А.

1.2.5 Время вхождения в режим не более 15 мин.

1.2.6 Масса модулей МАВ1. не более 150 г.,

1.2.7 Интерфейс модулей – ISA – 8 разрядов.

Таблица 2 - Функциональное назначение КАВВ и КАВ на основе МАВ1.1 . . . МАВ1.7, МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1 и МКАВ1 . . . МКАВ6.

| Функциональное назначение КАВВ и КАВ  | Код и обозначение МКАВ, входящего в состав данного канала  | Код и обозначение МАВ, образующего данный канал | Количество каналов | Примечание                                    |
|---|--|---|--------------------|---|
| 1 Ввод сигналов постоянного тока в диапазонах 0-5 мА; 0-20 мА; 4-20мА; ±5мА; ±20 мА с групповой гальванической развязкой.                       | МКАВ1<br>ЛЯЮИ.469546.003 или<br>МКАВ2<br>ЛЯЮИ.469546.024, или<br>МКАВ3<br>ЛЯЮИ.469546.014                | МАВ1.1<br>ЛЯЮИ.469546.007                       | 16                 | Фиксированные диапазоны                       |
|   | МКАВ2.1...МКАВ2.4<br>ЛЯЮИ.469546.024...<br>ЛЯЮИ.469546.024-03 или<br>МКАВ2.9.1*<br>ЛЯЮИ.469546.024-08.01 | МАВ1.1.1<br>ЛЯЮИ.469546.007-01.02               | 16                 | Программируемые диапазоны                     |
|   | МКАВ2.5<br>ЛЯЮИ.469546.024-04<br>МКАВ2.9<br>ЛЯЮИ.469546.024-08<br>МКАВ2.10****<br>ЛЯЮИ.469546.024-09     | МАВ1.2.1<br>ЛЯЮИ.469546.007-01.01               |                    |   |
|   | МКАВ2.9<br>ЛЯЮИ.469546.024-08<br>МКАВ2.10****<br>ЛЯЮИ.469546.024-09                                      | МАВ 1.6.1<br>ЛЯЮИ.469546.007-05.01              | 32                 | Программируемые диапазоны                     |
| 2 Ввод сигналов постоянного напряжения низкого уровня в диапазонах от 0-10мВ (±10 мВ) до 0-1,28В (±1,28В) с групповой гальванической развязкой. | МКАВ1<br>ЛЯЮИ.469546.003 или<br>МКАВ2<br>ЛЯЮИ.469546.024, или<br>МКАВ3<br>ЛЯЮИ.469546.014                | МАВ1.2<br>ЛЯЮИ.469546.007-01                    | 16                 | Программируемые диапазоны                     |
|   | МКАВ2.9.1*<br>ЛЯЮИ.469546.024-08.01  | МАВ1.2.1<br>ЛЯЮИ.469546.007-01.01               |                    |   |
| 3 Ввод сигналов с термопар (ТП) с групповой гальванической развязкой.   | МКАВ2<br>ЛЯЮИ.469546.024<br>МКАВ4<br>ЛЯЮИ.469546.015   | МАВ 1.3<br>ЛЯЮИ.469546.007-02                   | 10                 | Программируемые диапазоны от ±10мВ до ±1,28В. |
|   | МКАВ2.7<br>ЛЯЮИ.469546.024-06<br>МКАВ2.7.1**<br>ЛЯЮИ.469546.024-06.01                                    | МАВ1.3.1<br>ЛЯЮИ.469546.007-02.01               | 16                 | Фиксированные диапазоны                       |

## Продолжение таблицы 2

| Функциональное назначение КАВВ и КАВ  | Код и обозначение МКАВ, входящего в состав данного канала                                 | Код и обозначение МАВ, образующего данный канал | Количество каналов | Примечание  |
|---|---|---|--------------------|---|
| 4 Малоканальный ввод сигналов с выхода термопреобразователей сопротивления (ТС) с групповой гальванической развязкой.   | МКАВ1<br>ЛЯЮИ.469546.003 или<br>МКАВ2<br>ЛЯЮИ.469546.024, или<br>МКАВ3<br>ЛЯЮИ.469546.014 | МАВ 1.4<br>ЛЯЮИ.469546.007-03                   | 8                  | Программируемые диапазоны от 0-25 Ом до 0-3,2 кОм. 4-х проводное подключение ТС.          |
|   | МКАВ2.9.1*<br>ЛЯЮИ.469546.024-08.01   | МАВ1.4.1<br>ЛЯЮИ.469546.007-03.01               | 8                  | Программируемые диапазоны   |
| 5 Многоканальный ввод сигналов с выхода термопреобразователей сопротивления с групповой гальванической развязкой.   | МКАВ5<br>ЛЯЮИ.469546.016  | МАВ 1.5<br>ЛЯЮИ.469546.007-04                   | 16                 | Программируемые диапазоны от 0-25 Ом до 0-3,2 кОм. 2-х, 3-х, 4-х проводное подключение ТС |
|   | МКАВ2.8***<br>ЛЯЮИ.469546.024-07.01   | МАВ 1.5.1<br>ЛЯЮИ.469546.007-04                 | 16                 | Программируемые диапазоны   |
| 6 Комбинированный ввод сигналов постоянного напряжения низкого и среднего уровня в диапазонах от 0-100мВ ( $\pm 100$ мВ) до 0 -12,8 В ( $\pm 12,8$ В) с групповой гальванической развязкой. | МКАВ1<br>ЛЯЮИ.469546.003 или<br>МКАВ2<br>ЛЯЮИ.469546.024, или<br>МКАВ3<br>ЛЯЮИ.469546.014 | МАВ 1.6<br>ЛЯЮИ.469546.007-05                   | 16                 | Программируемые диапазоны   |
|   | МКАВ2.9.1*<br>ЛЯЮИ.469546.024-08.01<br>МКАВ2.10.1****<br>ЛЯЮИ.469546.024-09.01            | МАВ 1.6.1<br>ЛЯЮИ.469546.007-05.01              | 32                 |   |

Продолжение таблицы 2

| Функциональное назначение КАВВ и КАВ   | Код и обозначение МКАВ, входящего в состав данного канала | Код и обозначение МАВ, образующего данный канал | Количество каналов                  | Примечание   |
|--|---|---|-------------------------------------|--|
| <p>7 Ввод аналоговых сигналов с поканальной гальванической развязкой:</p> <p>постоянного тока в диапазонах 0-5 мА; ±5 мА; ±20 мА; 0-20 мА; 4-20 мА;</p> <p>- напряжения постоянного тока в диапазонах от 0-20мВ (±20 мВ) до 0-2,5 В (±2,5 В)</p> <p>с выхода термопар (ТП)</p> <p>с выхода термопреобразователей сопротивления (ТС).</p> <p>Вывод сигналов с поканальной гальванической развязкой:</p> <p>Напряжения постоянного тока в диапазонах 0-2,5 В, 0-5 В и 0-10 В</p> | <p>МКАВ6<br/>ЛЯЮИ.469546.017</p>                          | <p>МАВ1.7<br/>ЛЯЮИ.469546.007-06</p>            | <p>6<br/>(в люлюбой комбинации)</p> | <p>Фиксированные диапазоны.</p> <p>ТП с НСХ по ГОСТ Р8.585-2001</p> <p>ТС с НСХ по ГОСТ 6651-94: ТСМ-50М, ТСМ-100М, ТСП-50П, ТСП-100П.</p> <p>Минимальное сопротивление нагрузки 10кОм</p> |

\* Возможно использование модулей МКАВ2.7, МКАВ2.7.1

\*\*Имеет контакты для подключения внешнего датчика (типа ЧЭМТ-2-100М-1.428-А) для измерения температуры холодных спаев термопар.

\*\*\*Для трёхпроводных ТС.

\*\*\*\*Схема подключения входных сигналов - с общим проводом.

\*\*\*\*\*Модули МКАВ2.1 ÷ МКАВ2.5 обеспечивают подключение до 8 каналов, МКАВ2.7 - МКАВ2.10 - подключение до 16 каналов.

\*\*\*\*\*При необходимости калибровки модулей МАВ1.1 - МАВ1.6 число их каналов уменьшается на 1 канал.

\*\*\*\*\*Модули МАВ1.1.1 ÷ МАВ1.6.1 имеют гальванически изолированный канал вывода сигналов постоянного тока, напряжения, или ШИМ, или ЧИМ. Его наличие оговаривается при заказе.

\*\*\*\*\* Модули МАВ1.1 ÷ МАВ1.6 в новых разработках не использовать.



Таблица 3 – Основные технические характеристики КАВВ и КАВ на основе МАВ1.1-МАВ1.7, МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1 и МКАВ1 . . . МКАВ6.

| Тип модуля  | Входной / выходной сигнал, НСХ датчика | Диапазоны ввода/ вывода аналоговых сигналов   | Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, $\gamma_0^*$ , %   | Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения температуры на $10^\circ\text{C}$ |               |
|---|--|---|--|---|---------------|
| 1. МАВ1.1,<br>МАВ1.1.1<br>Ввод                          | Постоянный ток                         | 0 – 5 мА; $\pm 5$ мА;<br>0 – 20 мА; $\pm 20$ мА;<br>4 – 20 мА   | $\pm 0,1$  | $0,5\gamma_0$   |               |
| 2. МАВ1.2,<br>МАВ1.2.1<br>Ввод                          | Напряжение постоянного тока            | 0 – 10 ( $\pm 10$ ) мВ;<br>0 – 20 ( $\pm 20$ ) мВ;<br>0 – 40 ( $\pm 40$ ) мВ;<br>0 – 80 ( $\pm 80$ ) мВ;<br>0 – 160 ( $\pm 160$ ) мВ;<br>0 – 320 ( $\pm 320$ ) мВ;<br>0 – 640 ( $\pm 640$ ) мВ;<br>0 – 1,28 ( $\pm 1,28$ ) В      | $\pm 0,1^{**}$<br>$\pm 0,1^{**}$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$ | $0,5\gamma_0$   |               |
| 3** МАВ1.3,<br>МАВ1.3.1<br>Ввод                         | L                                      | $-200 \div 800^\circ\text{C}$   | $\pm 0,1$  | $0,5\gamma_0$   |               |
|   | K                                      | $-180 \div 1370^\circ\text{C}$  | $\pm 0,1$  | $0,5\gamma_0$   |               |
| 4. МАВ1.4,<br>5. МАВ1.4.1<br>МАВ1.5<br>МАВ1.5.1<br>ВВОД | 50М, 100М<br>$W_{100} = 1,4280$        | $-200 \div 200^\circ\text{C}$   | $\pm 0,25$   | $0,5\gamma_0$   |               |
|   | 50П, 100П<br>$W_{100} = 1,3910$        | $-240 \div 1100^\circ\text{C}$  | $\pm 0,1$  | $0,5\gamma_0$   |               |
| 7. МАВ1.6,<br>МАВ1.6.1<br>ВВОД                          | Напряжение постоянного тока            | 0 – 100 ( $\pm 100$ ) мВ;<br>0 – 200 ( $\pm 200$ ) мВ;<br>0 – 400 ( $\pm 400$ ) мВ;<br>0 – 800 ( $\pm 800$ ) мВ;<br>0 – 1,6 ( $\pm 1,6$ ) В;<br>0 – 3,2 ( $\pm 3,2$ ) В;<br>0 – 6,4 ( $\pm 6,4$ ) В;<br>0 – 12,8 ( $\pm 12,8$ ) В | $\pm 0,2$<br>$\pm 0,15$<br>$\pm 0,15$<br>$\pm 0,15$<br>$\pm 0,15$<br>$\pm 0,15$<br>$\pm 0,15$<br>$\pm 0,15$          | $0,5\gamma_0$   |               |
| 8. МАВ1.7<br>ВВОД                                       | Постоянный ток                         | 0 – 5 мА, $\pm 5$ мА<br>0 – 20 мА, $\pm 20$ мА<br>4 – 20 мА   | $\pm 0,1$  | $0,5\gamma_0$   |               |
|   | Напряжение постоянного тока            | 0 – 20 ( $\pm 20$ ) мВ;<br>0 – 40 ( $\pm 40$ ) мВ;<br>0 – 80 ( $\pm 80$ ) мВ;<br>0 – 160 ( $\pm 160$ ) мВ;<br>0 – 320 ( $\pm 320$ ) мВ;<br>0 – 640 ( $\pm 640$ ) мВ;<br>0 – 1,28 ( $\pm 1,28$ ) В;<br>0 – 2,5 ( $\pm 2,5$ ) В     | $\pm 0,1$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$<br>$\pm 0,05$          | $0,5\gamma_0$   |               |
|   | L                                      | $-200 \div 800^\circ\text{C}$   | $\pm 0,1$  | $0,5\gamma_0$   |               |
|   | K                                      | $-180 \div 1370^\circ\text{C}$  | $\pm 0,1$  | $0,5\gamma_0$   |               |
|   | 50М, 100М<br>$W_{100} = 1,4280$        | $-200 \div 200^\circ\text{C}$   | $\pm 0,25$   | $0,5\gamma_0$   |               |
|   | 50П, 100П<br>$W_{100} = 1,3910$        | $-240 \div 1100^\circ\text{C}$  | $\pm 0,1$  | $0,5\gamma_0$   |               |
|   | ВВОД                                   | Напряжение постоянного тока   | 0 – 2,5 В;<br>0 – 5 В;<br>0 – 10 В   | $\pm 0,1$   | $0,5\gamma_0$ |

\* Для среднего значения при частоте обновления результата в АЦП более 50 Гц;

\*\*Пределы допускаемой погрешности термопарных модулей даны с учетом погрешности канала компенсации температуры холодного спая.

Таблица 4 – Технические характеристики КАВВ на основе модулей аналогового ввода МАВ1.1 . . . МАВ1.6, МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1, МКАВ1 . . . МКАВ5

| Наименование технической характеристики |  | МАВ1.1,<br>МАВ1.1.1,<br>МКАВ в соответствии с табл.2          | МАВ1.2,<br>МАВ1.2.1, МКАВ<br>в соответствии с табл. 2   | МАВ1.3,<br>МАВ1.3.1,<br>МКАВ в соответствии с табл. 2   | МАВ1.4,<br>МАВ1.4.1, МКАВ<br>в соответствии с табл. 2   | МАВ1.5,<br>МАВ1.5.1,<br>МКАВ в соответствии с табл. 2   | МАВ1.6,<br>МАВ1.6.1,<br>МКАВ в соответствии с табл. 2 |
|---|--|---|---|---|---|---|---|
| 1                                       | Разрядность выходного кода*, бит   | 16  | 16  | 16  | 16  | 16  | 16  |
| 2                                       | Время ввода и преобразования аналоговых сигналов, мс.                      | 40 – 100 (МАВ1.1 - МАВ1.6)<br>1,5 – 100 (МАВ1.1.1 - МАВ1.6.1) |   |   |   |   |   |
| 3                                       | Электрическая прочность гальванической развязки, кВ.                       | 1,0 (МАВ1.1 - МАВ1.6)<br>2,5 (МАВ1.1.1 - МАВ1.6.1)            |   |   |   |   |   |
| 4                                       | Коэффициент подавления помех общего вида в диапазоне частот (0-50) Гц, дБ. | 100   |   |   |   |   |   |
| 5                                       | Коэффициент подавления помех нормального вида с частотой (50±1) Гц, дБ     | 75  |   |   |   |   |   |
| 6                                       | Входное сопротивление КАВВ, МОм.   | Сопротивление нормализующего резистора.                       | Для МАВ1.2 на диапазонах 0-10 (±10) мВ - 0,3, на диапазонах 0-20 (±20) мВ и 0-40 (±40) мВ -0,4, на остальных диапазонах - 1,0. Для МАВ1.2.1 – 10. | Для МАВ1.3 на диапазонах 0 -10 (±10) мВ - 0,3, на диапазонах 0 - 20(±20) мВ и 0 - 40(±40)мВ - 0,4, на остальных диапазонах -1,0. Для МАВ1.3.1 – 10. | Для МАВ1.4, при приведении к диапазонам 0-10(±10)мВ -0,3, к диапазонам 0-20(±20)мВ и 0-40(±40)мВ - 0,4, к остальным диапазонам - 1,0. В | Для МАВ1.5, при приведении к диапазонам 0-10(±10)мВ -0,3, к диапазонам 0-20(±20)мВ и 0-40(±40)мВ - 0,4, к остальным диапазонам - 1,0. В | Для МАВ1.6 – 4,0<br>Для МАВ1.6.1 – 10.                |
| 7                                       | Предельные напряжения защиты входов, относительно сигнальной земли, В      | -40, +55  | -40, +55  | -40, +55  | -40, +55  | -40, +55  | -40, +55  |

\* При частоте обновления результата в АЦП не более 50 Гц и PGA не более 16.

Таблица 5 – Технические характеристики КАВВ и КАВ на основе модуля аналогового ввода МАВ1.7 и МКАВ6

| Наименование технической характеристики   | МКАВ6<br>МАВ1.7                    |
|---|------------------------------------|
| 1 Разрядность выходного кода, бит, не менее   | 14                                 |
| 2 Время ввода и преобразования аналоговых сигналов, мс  | 10/6 каналов                       |
| 3 Электрическая прочность гальванической развязки, кВ:<br>Между каналами ввода/вывода и цифровой землей модуля и между каналами модуля  | 1,0, не менее;*                    |
| 4 Коэффициент подавления помех общего вида в диапазоне частот (0-50) Гц, дБ.  | 100                                |
| 5 Коэффициент подавления помех нормального вида с частотой (50±1) Гц, дБ:<br><br>При времени преобразования 10 мс/6 каналов<br><br>При времени преобразования 60 мс/6 каналов | 25, не менее;<br><br>90, не менее. |
| 6 Входное сопротивление КАВВ по напряжению, МОм, не менее   | 4,0                                |
| * При испытательном напряжении, прикладываемом 1 секунду.   |                                    |

### 1.3 Состав модулей

- 1) Модуль
- 2) эксплуатационная документация согласно приложению А;

### 1.4 Устройство и работа

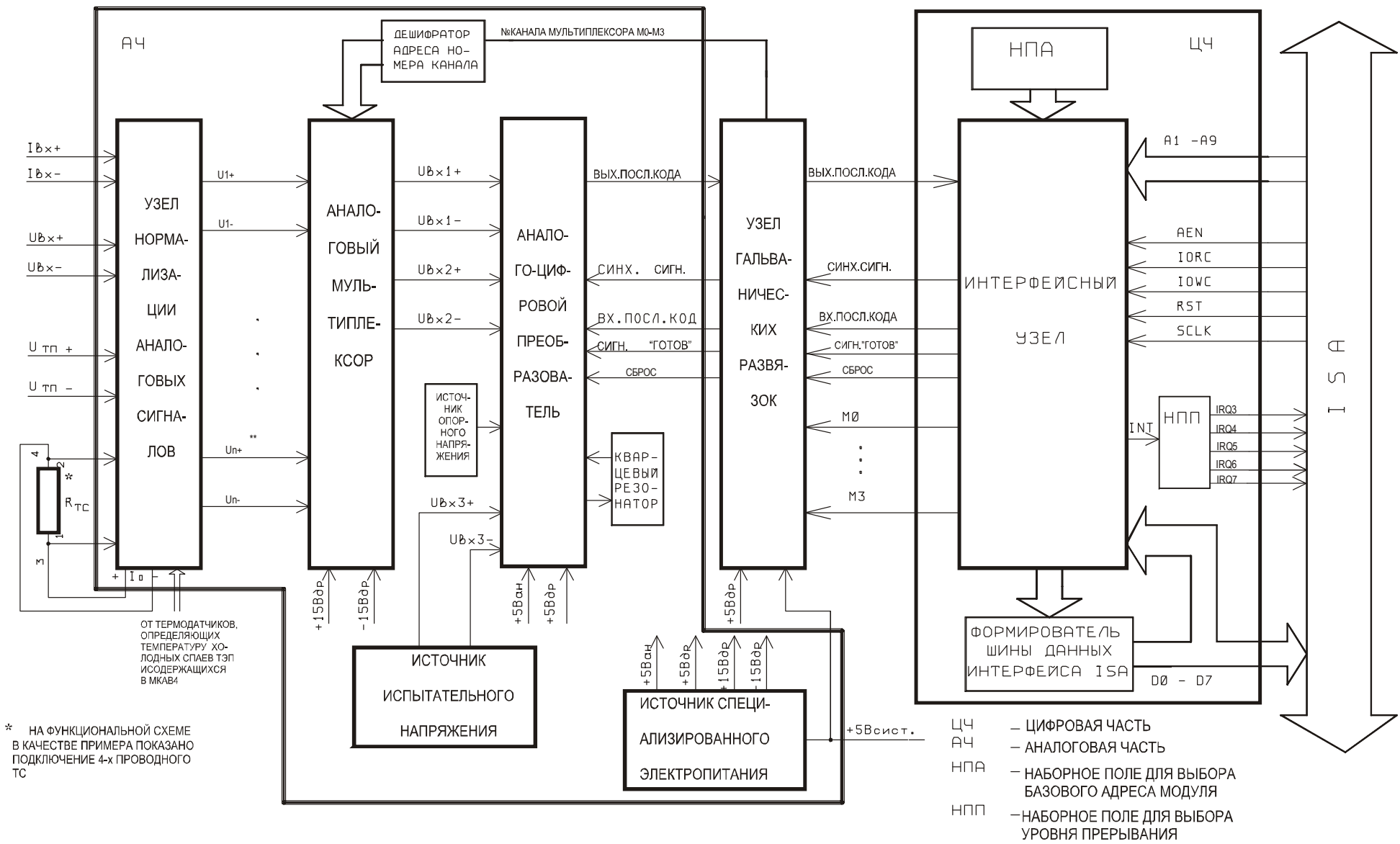
#### 1.4.1 Устройство модулей

1.4.1.1 Функциональные схемы модулей приведены на рисунках 1 – 3. На рисунке 1 изображена функциональная схема модулей ввода аналоговых сигналов МАВ1.1. . . МАВ1.6. На рисунке 2 – функциональная схема модулей МАВ1.1.1. . . МАВ1.6.1 являющихся конструктивной модификацией модулей МАВ1.1. . . МАВ1.6. На рисунке 3 – функциональная схема модуля МАВ1.7.

Модули состоят из 2-х основных частей: аналоговой (АЧ) и цифровой (ЦЧ). Связи между аналоговой и цифровой частями осуществляются с помощью элементов гальванической развязки. Технические характеристики модулей МАВ1.1. . . МАВ1.6.1 полностью соответствуют техническим характеристикам модулей МАВ1.1 . . . МАВ1.6.

#### 1.4.1.2 Аналоговая часть модулей содержит:

1) узел нормализации входных сигналов в модулях МАВ1.1. . . МАВ1.6, МАВ1.1.1. . . МАВ1.6.1 и микромодули конфигурации функций каналов в модуле МАВ1.7, содержащие:



\* НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЕ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРА ПОКАЗАНО ПОДКЛЮЧЕНИЕ 4-х ПРОВОДНОГО ТС

Рисунок 1- функциональная схема МАВ1.1 - МАВ1.6

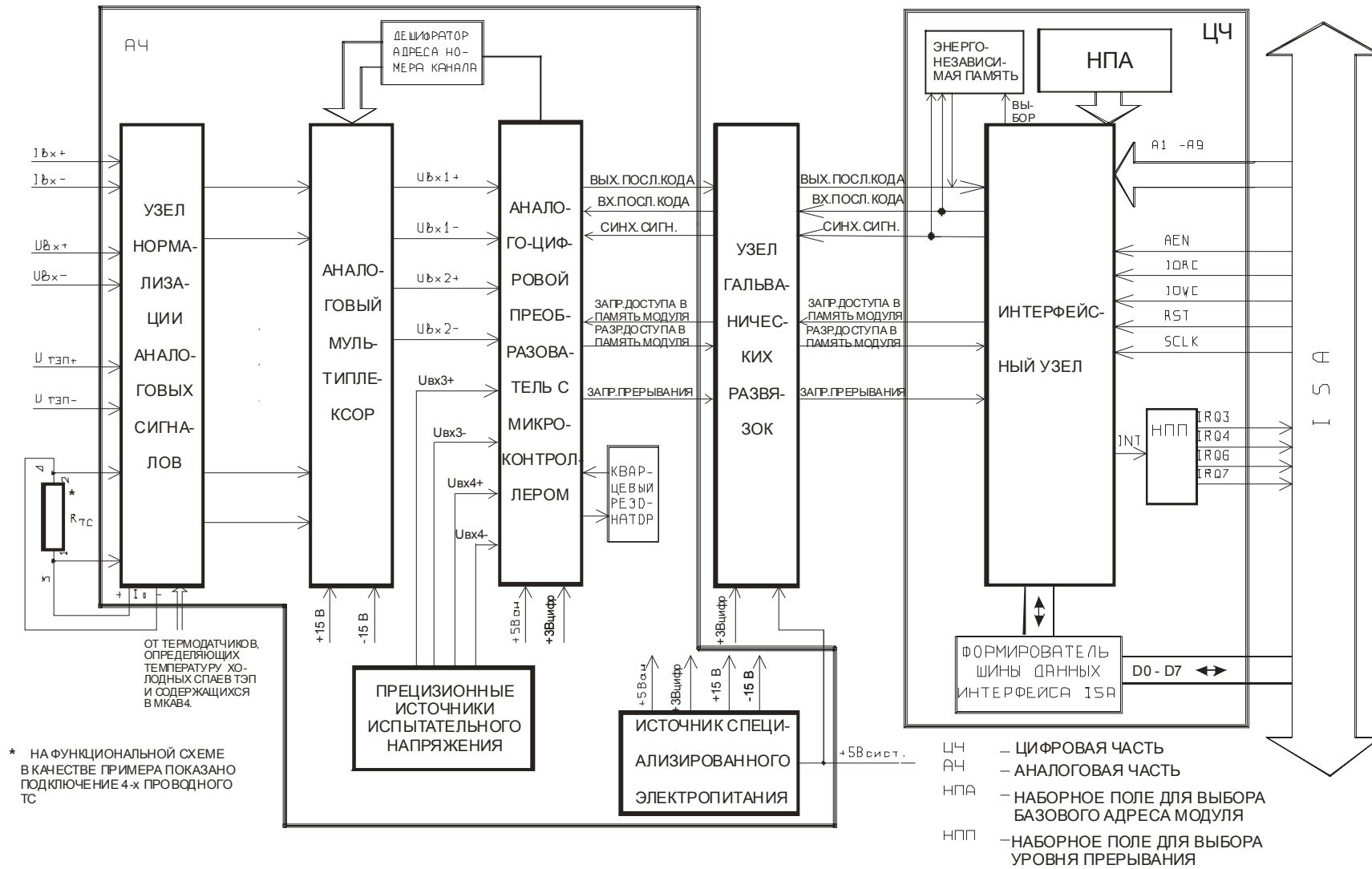
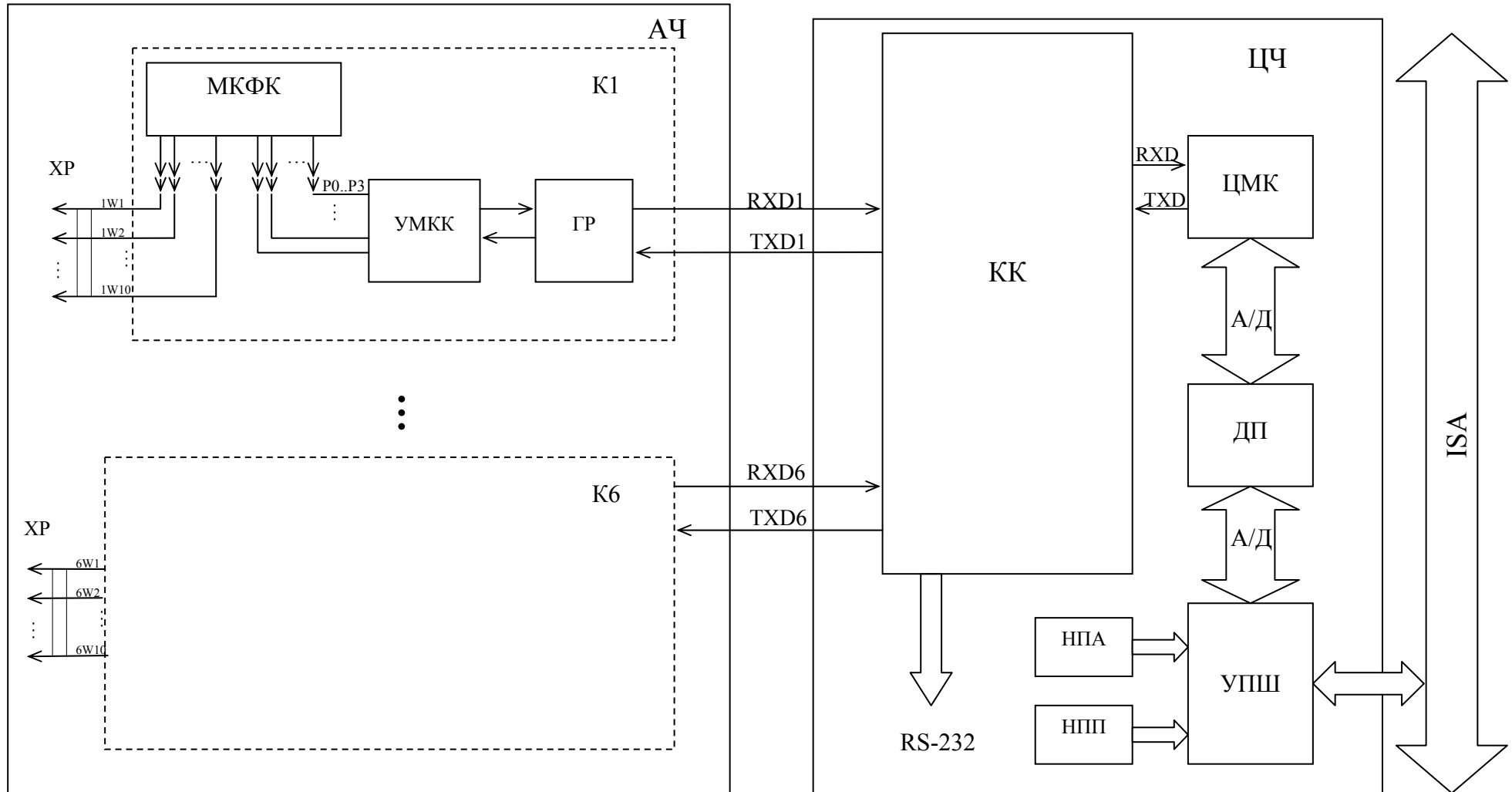


Рисунок 2 - Функциональная схема МАВ1.1.1 - МАВ1.6.1.



АЧ – аналоговая часть  
МКФК – микромодуль конфигураций функций каналов.  
УМКК – узел микроконвертора канала (P0..P3 – порты МК)  
ГР – гальваническая развязка

ЦЧ – цифровая часть  
КК – коммутатор каналов  
ЦМК – центральный микроконтроллер  
ДП – двухпортовая память  
УПШ – узел перехода к общей шине адреса и данных

НПА – наборное поле адреса  
НПП – наборное поле прерывания  
А/Д – шина адреса и данных

Рисунок 3 – Функциональная схема модуля аналогового ввода MAB1.7

а) схему преобразования входных токов в диапазонах 0 - 5мА, ±5мА, 0-20мА, ±20мА, 4-20мА с выхода вторичных преобразователей, располагаемых на объекте, в эквивалентные напряжения (МАВ1.1, МАВ1.1.1).

б) компоненты для компенсации температуры холодных спаев термопар (МАВ1.3, МАВ1.3.1).

в) генераторы тока (МАВ1.4, МАВ1.4.1, МАВ1.5), в МАВ1.5.1, МАВ1.7 встроенные в микроконвертор, и компоненты, в том числе образцовый резистор, для цепей задания образцового тока через термопреобразователи сопротивления (ТС).

г) схемы защиты и фильтрации входных узлов, источник испытательного напряжения (МАВ1.1 . . . МАВ1.6) или прецизионные источники испытательного напряжения для контроля погрешности АЦП вблизи нуля и максимального значения шкалы (МАВ1.1.1 . . . МАВ1.4.1, МАВ1.6.1) и источник образцового напряжения в МАВ1.7.

2) аналоговый двухполюсный мультиплексор (МАВ1.1 . . . МАВ1.6, МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1);

3) аналого-цифровой сигма-дельта преобразователь, рассчитанный на подключение 3 дифференциальных сигналов и использующий внешние источники опорного и испытательного напряжения, а также кварцевый резонатор (МАВ1.1 . . . МАВ1.6), или дельта-сигма АЦП с микроконтроллером (МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1), или микроконверторы, содержащие сигма-дельта АЦП и ЦАП в каждом канале МАВ1.7.;

4) дешифратор адреса N канала аналогового мультиплексора (в МАВ1.1 . . . МАВ1.6, МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1);

5) специализированные гальванически развязанные источники электропитания с выходными напряжениями +5В<sub>ан.</sub>, +5 В<sub>др.</sub> и ±15 В<sub>др.</sub> (МАВ1.1 . . . МАВ1.6), +5 В<sub>ан.</sub>, +3 В<sub>цифр.</sub> и ±15 В<sub>др.</sub> (МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1), и 5 В<sub>ан.</sub>, 5 В<sub>др.</sub> +12 В в каждом канале модуля МАВ1.7).

б) встроенные тестовые источники тока для проверки входов на обрыв и короткое замыкание (МАВ1.1.1 . . . МАВ1.5.1).

Отдельные компоненты узла нормализации в модулях МАВ1.3, МАВ1.3.1, МАВ1.5 и МАВ1.5.1 вынесены в кроссовые модули.

Микромодули конфигурации функций каналов для МАВ1.7 поставляются по отдельному заказу.

#### 1.4.1.3. Цифровая часть модулей

1.4.1.3.1 Цифровая часть модулей МАВ1.1 . . . МАВ1.6 и МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1 содержит:

1) интерфейсный узел на базе программируемой логической интегральной схемы, обеспечивающей управление со стороны ISA (выполнение доступа в регистры АЦП, выбор номера канала коммутатора, обеспечение программного сброса (МАВ1.1 . . . МАВ1.6) или обеспечение доступа к регистрам модуля (МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1));

2) формирователь шины данных интерфейса ISA;

3) наборное поле для выбора базового адреса модулей (НПА) Z1;

4) наборное поле для выбора уровня прерывания модулей (НПП) Z2;

5) энергозависимую память модуля для хранения результатов измерения по всем каналам, настроек модуля, статуса (МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1).

1.4.1.3.2 Цифровая часть модуля МАВ1.7 имеет основные узлы: узел центрального микроконтроллера (ЦМК), двухпортовая память (ДП), коммутатор каналов модуля (КК) и узел перехода от отдельных шин данных и адреса к общей шине адреса и данных (УПШ).

1.4.1.4 Между аналоговой и цифровой частями модулей имеется узел гальванической развязки. В модулях МАВ1.1 . . . МАВ1.6 он содержит 9 цепей гальванической развязки, из которых 7 передают информацию из цифровой части в аналоговую и 2 - из аналоговой в цифровую. Схемотехника цепей гальванической развязки одинакова, за исключением того обстоятельства, что выходные цепи 7 развязок питаются от специализированного источника электропитания на плате с выходным напряжением 5В<sub>др.</sub>, а выходные цепи 2 других - от источника системного электропитания 5В.

В модулях МАВ1.1.1 . . . МАВ1.4.1 узел гальванической развязки содержит 6 дискретных каналов, из которых 4 используются для передачи сигналов из аналоговой части в цифровую часть и 2 – из цифровой в аналоговую. Питание со стороны цифровой и аналоговой части осуществляется от стабилизированных источников соответственно ЗВ и ЗВцифр.

В модуле МАВ1.7 узел гальванической развязки имеется в каждом канале, с целью обеспечения гальванической развязки между каналами и цифровой частью. Через каждый такой узел производится передача 2-х цифровых сигналов использующихся для обмена информацией с центральным микроконтроллером.

#### 1.4.2 Работа модулей.

##### 1.4.2.1 Режимы работы с модулями МАВ1.1 . . . МАВ1.6, МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1:

- 1) Последовательный опрос всех каналов;
- 2) Многократный опрос одного из каналов;
- 3) Последовательный опрос нескольких предварительно заданных каналов в заданной последовательности (например, 1,1,3,2,2,3);

- 4) Работа с испытательным каналом.

##### 1.4.2.2 Дополнительные функции модулей МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1:

- 1) Текущая калибровка. Обеспечивает совместно с высокостабильными узлами микросхем дополнительное понижение температурной погрешности приведённой в табл. 3. Существует две различные методики текущей калибровки. Выбор конкретной методики оговаривается в заказе в соответствии с предъявляемыми требованиями.

- 2) Внешняя калибровка. Выполняется изготовителем с сохранением коэффициентов в памяти модуля, которые затем при каждом включении автоматически загружаются в регистры АЦП. Обеспечивает дополнительное снижение основной погрешности. Проводить внешнюю калибровку в процессе эксплуатации не требуется.

- 3) Текущий контроль точности преобразования АЦП (кроме МАВ1.5.1).

- 4) Текущий контроль входных цепей на обрыв и замыкание (кроме МАВ1.6.1). Существуют два метода данного контроля. Выбор данной функции оговаривается в заказе.

- 5) Световая индикация функционирования модуля. Короткие вспышки – нормальная работа, длинные – ошибка, точность АЦП вышла за допустимые пределы или обрыв/замыкание во входной линии. . . Вид ошибки отображается в статусе модуля.

- 6) Тридцатидвухканальный режим в модуле МАВ1.6.1.

- 7) Гальванически развязанный вывод сигналов постоянного тока, напряжения, ШИМ, ЧИМ или дискретного. Наличие канала и его характеристики оговаривается в заказе.

- 8) Режим пониженного энергопотребления (более чем в два раза).

- 9) Повышенная прочность гальванической развязки.

#### 1.4.3 Конструкция модулей.

- 1.4.3.1 Для подключения сигналов датчиков к МАВ1. используются ленточные кабели и кроссовые модули аналогового ввода.

### 1.5 Справочный материал по программированию

#### 1.5.1 Программирование модулей исполнений МАВ1.1 . . . МАВ1.6.

- 1.5.1.1 Основой модулей является аналого-цифровой преобразователь с коммутатором на входе (время преобразования – задается программой в диапазоне от 40 до 100 мсек).

- 1.5.1.2 По отношению к процессору модули представлены массивом восьмиразрядных адресуемых регистров (портов), которые размещаются в поле адресов внешних устройств. Массив состоит из трех портов ввода и трех портов вывода.

- 1.5.1.3 Опрос портов модулей осуществляется как по инициативе процессора (по опросу готовности), так и по инициативе модулей (по запросу прерывания).

- 1.5.1.4 Адрес порта ввода-вывода определяется, как сумма базового адреса (N), являющегося общим для всех портов и смещения, закрепленного за каждым портом.

- 1.5.1.5 Базовый адрес задается набором перемычек на наборном поле Z1 согласно таблице 6.



Таблица 6 – Порядок набора базового адреса модулей МАВ1.1. . . МАВ1.6

| Адрес | Z1:1 |     | Z1:2 |     | Z1:3 |     | Z1:4 |     | Z1:5 |     | Z1:6 |     | Z1:7 |     |
|-------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
|       | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 |
| 100   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 108   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 110   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 118   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 120   | +    | -   | +    | -   | -    | -   | +    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 128   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 130   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 138   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 140   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 148   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 150   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 158   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 160   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 168   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 170   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 178   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 180   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 188   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 190   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 198   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1A0   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1A8   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1B0   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1B8   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1C0   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1C8   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1D0   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1D8   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1E0   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1E8   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1F0   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   |
| 1F8   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   |
| 200   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 208   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 210   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 218   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 220   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 228   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 230   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 238   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 240   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 248   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 250   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 258   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |

Продолжение таблицы 6

| Адрес | Z1:1 |     | Z1:2 |     | Z1:3 |     | Z1:4 |     | Z1:5 |     | Z1:6 |     | Z1:7 |     |
|-------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
|       | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 |
| 260   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 268   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 270   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 278   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   |
| 280   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 288   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 290   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 298   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2A0   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2A8   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2B0   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2B8   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2C0   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2C8   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2D0   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2D8   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2E0   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2E8   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2F0   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 2F8   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   |
| 300   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 308   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 310   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 318   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 320   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 328   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 330   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 338   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 340   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 348   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 350   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 358   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 360   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 368   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 370   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 378   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   |
| 380   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 388   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 390   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 398   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3A0   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3A8   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3B0   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3B8   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |

Продолжение таблицы 6

| Адрес | Z1:1 |     | Z1:2 |     | Z1:3 |     | Z1:4 |     | Z1:5 |     | Z1:6 |     | Z1:7 |     |
|-------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
|       | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 | 1-2  | 2-3 |
| 3C0   | +    | -   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3C8   | -    | +   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3D0   | +    | -   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3D8   | -    | +   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3E0   | +    | -   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3E8   | -    | +   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3F0   | +    | -   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |
| 3F8   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   | -    | +   |

Примечание:

- + – означает наличие перемычки;
- – означает отсутствие перемычки;

1.5.1.6 Уровень прерывания устанавливается перемычками на наборном поле Z2 согласно таблице 7.

Таблица 7 – Порядок набора уровня прерывания

| Уровень прерывания | Z2:1 | Z2:2 | Z2:3 | Z2:4 | Z2:5 |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| 3                  | +    | -    | -    | -    | -    |
| 4                  | -    | +    | -    | -    | -    |
| 5                  | -    | -    | +    | -    | -    |
| 6                  | -    | -    | -    | +    | -    |
| 7                  | -    | -    | -    | -    | +    |

Примечание:

- + – означает наличие перемычки;
- – означает отсутствие перемычки;

1.5.1.7 При поставке модулей в составе комплексов могут быть установлены конкретные значения базового адреса и уровня прерывания. Они задаются в документации на комплекс. Отсутствие всех перемычек на наборном поле Z2 означает работу без прерывания.

1.5.1.8 Функциональное назначение портов ввода/вывода и их адреса приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Функциональное назначение портов ввода/вывода и их адреса

| Порт вывода (out)                    | Порт ввода (in)                                 | Адрес порта |
|--------------------------------------|---|-------------|
| Регистр данных (data out)            | Регистр данных (data in)                        | N + 0       |
| Регистр номера канала<br>(N channel) | Инициация приема 8 бит<br>данных из АЦП (8 bit) | N + 2       |
| Сброс (Soft Reset)                   | Регистр статуса модуля                          | N + 4       |

1.5.1.9 Структура регистров ввода/вывода, номера канала и статуса модулей приведены в таблицах 9, 10, 11, 12. При операциях с портами "Сброс" и "Инициация приема 8 бит данных из АЦП" значения данных на шине могут быть произвольными.

Таблица 9 – Регистр данных порта вывода (data out)

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
| CR7 | CR6 | CR5 | CR4 | CR3 | CR2 | CR1 | CR0 |

Таблица 10 – Регистр данных порта ввода

|     |   |   |   |   |   |   |     |
|-----|---|---|---|---|---|---|-----|
| 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0   |
| MSB |   |   |   |   |   |   | LSB |

Примечание:

MSB – старший разряд;

LSB – младший разряд;

Таблица 11 – Структура регистра номера канала.

| Номер разряда в регистре | Наименование | Функция                      |
|--------------------------|--------------|------------------------------|
| 0                        | MS1          | Выбор канала (бит 0)         |
| 1                        | MS2          | Выбор канала (бит 1)         |
| 2                        | CS1          | Выбор мультиплексора (бит 0) |
| 3                        | CS2          | Выбор мультиплексора (бит 1) |
| 4 – 7                    | -            | Незначащие разряды           |

Таблица 12 – Структура регистра статуса модулей.

| Номер разряда | Наименование      | Функция  |
|---------------|-------------------|--|
| 0             | Word /W/          | "1" - нельзя читать из порта N+0 слово данных<br>"0" - можно читать из порта N+0 слово данных  |
| 1             | Byte /B/          | "1" - прием 8 бит из АЦП не закончен<br>"0" - прием 8 бит из АЦП закончен и можно читать данные из буферного регистра  |
| 2             | Ready Write /RWt/ | "1" - в порт N+0 можно записать байт данных<br>"0" - в порт N+0 нельзя записать байт данных  |
| 3             | Ready /Rdy/       | "1" - АЦП не закончил преобразование и нет данных, готовых к передаче в буферный регистр<br>"0" - АЦП закончил преобразование и есть данные, готовые к передаче в буферный регистр |
| 4 -7          | -                 | Незначащие разряды   |

1.5.1.10 Подробная информация об АЦП AD7731, используемом в составе модулей МАВ1.1 – МАВ1.6, содержится в информационном листке (data sheet) фирмы Analog Devices (США) под названием «Low noise, high Throughput 24-bit sigma-delta ADC AD7731». Данные о форматах регистров AD7731 и некоторые технические замечания о его работе приведены в приложении В.

1.5.1.11 Алгоритм работы модулей, с позиции взаимодействия драйвера с аппаратными средствами модулей рассматривается ниже.

1.5.1.11.1 Сброс модулей - out (N+4).

1.5.1.11.2 Запись в регистр номера канала out (N+2).

1.5.1.11.3 Задержка, соответствующая времени установления сигнала в канале в аналоговой части модулей

1.5.1.11.4 Занесение в регистр данных байта для передачи в АЦП - out(N+0).

1.5.1.11.5 Если нужно занести еще байт данных, то ожидать окончания записи предыдущего байта и вернуться к шагу 1.5.1.11.4.

1.5.1.11.6 Если занесенный байт данных является последним байтом в слове, которое запускает АЦП на выдачу данных преобразования, то ожидать возникновения прерывания или установки флагов Rdy и W в 0, которые возникнут после преобразования аналогового сигнала или после того, как данные в регистре данных будут доступны.

Если занесенный байт данных является командой запуска АЦП (кроме команды запуска АЦП на выдачу данных преобразования), то следующую операцию можно выполнять немедленно.

1.5.1.11.7 Если нужно занести данные в АЦП, то выполнить шаги по п.п. 1.5.1.11.4 - 1.5.1.11.5.

1.5.1.11.8 Инициация приема байта из АЦП в буферный регистр -in(N+2).

1.5.1.11.9 Ожидание готовности байта данных для передачи из буферного регистра в шину.

1.5.1.11.10 Чтение байта данных из буферного регистра in(N+0).

1.5.1.11.11 Если принят последний байт в слове, то в зависимости от дальнейших действий, вернуться к шагам 1.5.1.11, 1.5.1.11.2 или 1.5.1.11.4. Если принят не последний байт в слове, то вернуться к шагу 1.5.1.11.8 (в шагах 1.5.1.11.7 . . . 1.5.1.11.9 значение Int будет равно нулю).

1.5.2 Программирование модулей МАВ1.1.1 . . . МАВ1.6.1.

1.5.2.1 Основой модулей является АЦП с микроконтроллером, коммутатор каналов на входе и энергонезависимая память, являющаяся одновременно ППЗУ для настроек модуля и обменником между модулем и центральном процессором.

1.5.2.2 По отношению к центральному процессору модули представлены массивом восьмиразрядных адресуемых регистров (портов), которые размещаются в поле адресов внешних устройств. Массив состоит из трех портов ввода и трех портов вывода и предназначен для обеспечения доступа к памяти модуля.

1.5.2.3 Доступ к памяти модулей осуществляется как по инициативе процессора, так и по инициативе модулей (по запросу прерывания).

1.5.2.4 Адрес порта ввода-вывода определяется, как сумма базового адреса (N), являющегося общим для всех портов и смещения, закрепленного за каждым портом.

1.5.2.5 Базовый адрес задается переключками на наборном поле Z1 набором его разрядов A4, . . . A9 согласно рисунку 5. Переключка, установленная вверху, соответствует единице, внизу – нулю. Младшие разряды A0 . . . A3 базового адреса заданы жёстко и их значения равны нулю.

1.5.2.6 Уровень прерывания устанавливается переключками на наборном поле Z2 согласно таблице 7.

1.5.2.7 Функциональное назначение портов ввода/вывода и их адреса приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Функциональное назначение портов ввода/вывода и их адреса.

| Порт вывода   | Порт ввода   | Адрес порта |
|---|--|-------------|
| Регистр передаваемых данных                             | Регистр принимаемых данных   | N + 0       |
| Завершение доступа к памяти модуля (данные - любой код) | Запрос доступа к памяти модуля, проверка разрешения доступа (бит D0) | N + 2       |
| -   | Завершение операции в памяти модуля, данные игнорируются             | N + 4       |

1.5.2.8 Для осуществления доступа в память модуля необходимо выполнить «запрос доступа» (чтение по адресу N + 2), получить разрешение доступа (чтение по адресу N + 2 с проверкой бита данных D0 на равенство 1), после установления D0=1 осуществить необходимые операции с памятью через регистр данных (используя запись и чтение по адресу N + 0), для окончания доступа выполнить «завершение операции» (чтение по адресу N + 4) и «завершение доступа» (запись по адресу N + 2). Операции записи и чтения в память начинаются кодом соответствующей команды, за которой следует младший байт адреса первой адресуемой ячейки, затем байты данных в порядке соответствующем последовательному расположению их в памяти с указанного адреса по направлению к старшему адресу. В операции чтения после записи адреса производится повторяющиеся запись произвольного байта затем чтение байта данных до того как будет считан последний байт. После каждой операции начинающейся командой необходимо выполнить «завершение операции» (чтение по адресу N + 4) перед тем как начать новую операцию или завершить работу. Коды команд приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Коды команд используемых в операциях с памятью.

|  |     |
|--|-----|
| Команда  | Код |
| Разрешение записи                                  | 06H |
| Запрет записи                                      | 04H |
| Запись с адреса в младшей половине области адресов | 02H |
| Запись с адреса в старшей половине области адресов | 0AH |
| Чтение с адреса в младшей половине области адресов | 03H |
| Чтение с адреса в старшей половине области адресов | 0BH |

1.5.2.9 Память модуля, ёмкостью 512 байт, условно разделена на области, которые используются для определённой информации. Назначение данных областей:

- 1) Ячейки статуса модуля (два байта).
- 2) Ячейки команды (три байта).
- 3) Ячейки результатов преобразования (64 байта).
- 4) Ячейки калибровочных значений смещения и шкалы АЦП (4 байта).
- 5) Ячейки параметров конфигурации модуля.

Распределение адресного пространства памяти модуля приведено в таблице 15.

Таблица 15 – Распределение адресного пространства памяти модуля.

| Назначение ячейки памяти           | Адрес<br>(Hex) |
|------------------------------------|----------------|
| Статус модуля, младший байт        | 000            |
| Статус модуля, старший байт        | 001            |
| Флаг команды (035H, выполнить)     | 002            |
| Код команды                        | 003            |
| Параметр команды                   | 004            |
|                                    | ...            |
|                                    | ...            |
|                                    | ...            |
| Младший байт ошибки шкалы АЦП      | 00C            |
| Старший байт ошибки шкалы АЦП      | 00D            |
| Младший байт ошибки смещения АЦП   | 00E            |
| Старший байт ошибки смещения АЦП   | 00F            |
| Младший байт 1 канала              | 010            |
| Ст.байт 1 канала                   | 011            |
| Младший байт 2 канала              | 012            |
| Ст.байт 2 канала                   | 013            |
|                                    | ...            |
| Младший байт 32 канала             | 04E            |
| Старший байт 32 канала             | 04F            |
|                                    | ...            |
| Частота модуляции                  | 100            |
| SF0                                | 101            |
| SF1                                | 102            |
| Образцовый источник, входной буфер | 103            |
| Коэффициент усиления               | 104            |
| Полярность                         | 105            |
| Режим фильтра                      | 106            |
| Счётчик фильтра                    | 107            |
|                                    | ...            |
|                                    | 1FF            |

1.5.2.9.1 Ячейки статуса модуля содержат статус модуля. Формат ячеек статуса модуля приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Формат ячеек статуса модуля.

| Разряд статуса | Наименование                       |
|----------------|------------------------------------|
| 0              | Служебный, всегда равен 0          |
| 1              | Выполнение инициализации           |
| 2              | Резерв                             |
| 3              | Готовность измерения               |
| 4              | Разрешены «прожигающие» токи       |
| 5              | Резерв                             |
| 6              | Резерв                             |
| 7              | Выполнение команды                 |
| 8              | Служебный, всегда равен 1          |
| 9              | Резерв                             |
| 10             | Включение тестовых источников тока |
| 11             | Ошибка источника тока              |
| 12             | Ошибка сенсора                     |
| 13             | Резерв                             |
| 14             | Ошибка АЦП                         |
| 15             | Ошибка таймера                     |

1.5.2.9.2 Ячейки команды (три байта) предназначены для передачи команд модулю. Поле команды состоит из команды, параметра команды и флага команды (35Н – выполнить). Команды приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Команды модуля.

| Код команды | Команда                          | Параметр     |
|-------------|----------------------------------|--------------|
| 11Н         | Внутренняя калибровка            | -            |
| 14Н         | Внешняя калибровка нуля          | Номер канала |
| 15Н         | Внешняя калибровка шкалы         | Номер канала |
| 41Н         | Включить тестовые источники тока | -            |
| 78Н         | Перезапуск                       | -            |

1.5.2.9.3 Ячейки результатов преобразования содержат коды результатов преобразования циклически опрашиваемых каналов.

1.5.2.9.4 Ячейки значений ошибок смещения и шкалы содержат величины отклонения относительно установленных на плате модуля независимых тестовых источников.

1.5.2.9.5 Ячейки параметров конфигурации модуля содержат настройки, обеспечивающие заданные характеристики модуля. Данные ячейки инициализируются при изготовлении модуля и защищены от несанкционированной перезаписи.

1.5.2.9.5.1 Частота модуляции – число, задающее частоту модуляции АЦП (D). Зависимость частоты модуляции от данной настройки определяется формулой (МАВ1.1.1 . . . МАВ1.4.1):

$$F_{\text{mod}} = F_{\text{osc}} / ((D+1) * 64),$$

где  $F_{\text{mod}}$  - частота модуляции;

$F_{\text{osc}}$  – частота тактового генератора, 11,0592 МГц;

В модулях МАВ1.5.1 и МАВ1.6.1 данная ячейка не используется, так как частота модуляции имеет фиксированное значение равное 32,768 кГц.



1.5.2.9.5.2 SF ячейки - коэффициента децимации, отношение частоты модуляции и частоты преобразования. Определяет частотную характеристику, время преобразования и эффективное разрешение. Для MAB1.1.1 . . . MAB1.4.1 SF равен коэффициенту децимации, для MAB1.5.1 и MAB1.6.1 SF – делитель равный 1/8 коэффициента децимации.

1.5.2.9.5.3 Ячейка образцовый источник, входной буфер позволяет включить/выключить входной буфер и выбрать напряжение образцового источника. Разрешение буфера – разряд d0, напряжение внутреннего образцового источника 2,5/1,25 В – d1 (в MAB1.5.1 и MAB1.6.1 только 1,25 В), внешний/внутренний образцовый источник - d2.

1.5.2.9.5.4 Ячейка коэффициент усиления содержит код, определяющий входной диапазон модуля.

1.5.2.9.5.5 Ячейка полярность содержит код, задающий тип входа - биполярный или униполярный и в зависимости от этого способ кодировки результатов преобразования. Настройки входа и кодировка результатов преобразования приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Настройки входа и кодировка результатов преобразования.

| Код ячейки | Входной сигнал         | Выходной код |
|------------|------------------------|--------------|
| 00H        | +Uмакс                 | 7FFF         |
|            | 0 В                    | 0000         |
|            | -Uмакс                 | 8000         |
| 01H        | +Uмакс                 | FFFF         |
|            | 0 В                    | 0000         |
|            | Отрицательное значение | 0000         |

1.5.2.9.5.6 Ячейка режим фильтра предназначена для выбора фильтра. Кодировка режима фильтра для MAB1.1.1 . . . MAB1.4.1 приведена в таблице 19. В модулях MAB1.5.1 и MAB1.6.1 имеется только фильтр Sinc3, d0 – режим CHOP, d1 – фильтр 60 Гц. Графики частотных характеристик и эффективного разрешения приведены в приложении Б.

Таблица 19 – Коды режимов фильтра.

| Код ячейки | Выбор фильтра          |
|------------|------------------------|
| 00H        | Автоматический         |
| 01H        | Быстрое преобразование |
| 02H        | Sinc2 фильтр           |
| 03H        | Sinc3 фильтр           |

1.5.2.9.5.7 Ячейка счётчик фильтра предназначена для задания времени установки фильтра. Её значение определяет, какое по счёту одиночное преобразование будет записано в память модуля. Для фильтра Sinc3 её значение от 3, Sinc2 – от 2, в режиме быстрого установления фильтра от 1 в модулях MAB1.1.1 - MAB1.4.1 и от 1 для всех режимов в модулях MAB1.5.1 и MAB1.6.

1.5.2.10 Алгоритм работы модулей, с позиции взаимодействия драйвера с аппаратными средствами модулей рассматривается ниже.

1.5.2.10.1 Запрос доступа к памяти модуля - in(N+2).

1.5.2.10.2 Проверка разрешения доступа - in(N+2). Если нулевой разряд считанного байта равен 1 (доступ разрешён), то считать по 1.5.2.8 статус модуля, если нет, то повторить данный пункт или завершить доступ к памяти модуля - out(N+2).

1.5.2.10.3 Проверить в считанном значении статуса бит готовности измерений, если он равен 1, то в ячейках результатов преобразования произошло обновление данных – произ-

вести их считывание, если нет, то завершить доступ к памяти модуля - out(N+2) и через некоторое время повторить проверку статуса по описанному алгоритму.

1.5.2.10.4 Если произведено считывание данных, необходимо сбросить состояние ячейки статуса записью в неё числа 00H по 1.5.2.8.

1.5.2.10.5 Следует всегда после окончания работы с памятью модуля выполнять команду завершения доступа к памяти модуля, так как в состоянии разрешения доступа отсутствует доступ со стороны модуля, и новые результаты преобразования будут потеряны.

### 1.5.3 Программирование модуля МАВ1.7.

1.5.3.1 Обмен данными с модулем происходит через область двухпортовой памяти. Адрес байта памяти определяется, как сумма базового адреса двухпортовой памяти, задаваемого аппаратно, и смещения. Величина смещения изменяется от 0 до 255 (в шестнадцатеричном коде – FFh). В дальнейшем при описании структур данных двухпортовой памяти будет использоваться только величина смещения, задаваемая в шестнадцатеричном коде.

1.5.3.1.1 Базовый адрес задается набором переключателей на наборном поле Z1 согласно таблице 20.

Таблица 20 - Порядок набора базового адреса модулей МАВ1.7

| Адрес | 1–2 | 2–3 | 4–5 | 5–6 | 7–8 | 8–9 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DF800 | –   | +   | –   | +   | –   | +   |
| DF900 | –   | +   | –   | +   | +   | –   |
| DFA0  | –   | +   | +   | –   | –   | +   |
| DFB0  | –   | +   | +   | –   | +   | –   |
| DFC0  | +   | –   | –   | +   | –   | +   |
| DFD0  | +   | –   | –   | +   | +   | –   |
| DFE0  | +   | –   | +   | –   | –   | +   |
| DFF0  | +   | –   | +   | –   | +   | –   |

где:

+ – означает наличие переключателя;

– – означает отсутствие переключателя;

1.5.3.1.2 Уровень прерывания устанавливается переключателями на наборном поле Z3 согласно таблице 21.

Таблица 21 – Порядок набора уровня прерывания

| Уровень прерывания | 1–2 | 3–4 | 5–6 | 7–8 | 9–10 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| 3                  | –   | –   | –   | –   | +    |
| 4                  | –   | –   | –   | +   | –    |
| 5                  | –   | –   | +   | –   | –    |
| 6                  | –   | +   | –   | –   | –    |
| 7                  | +   | –   | –   | –   | –    |

где:

+ – означает наличие переключателя;

- – означает отсутствие переключателя;

1.5.3.2 Модуль имеет 6 каналов измерения, которые автоматически настраиваются в соответствии с сохраненными в энергонезависимой памяти параметрами и производят измерения в непрерывном режиме. При измерении производится аналого-цифровое преобразование входного сигнала напряжения, затем по значению напряжения рассчитывается значение измеряемой физической величины. Каналы циклически опрашиваются, и информация помещается в область данных соответствующего канала, откуда ее можно считывать командами чтения памяти.

1.5.3.3 При необходимости можно явно задать каналу команду для исполнения. Поскольку при нормальной работе не требуется дополнительных операций, то этой возможностью следует пользоваться только при изменении режима работы модуля.

1.5.3.4 Двухпортовая память распределена следующим образом:

|                 |                                     |
|-----------------|-------------------------------------|
| Адрес 00h – 0Fh | - область данных канала измерения 1 |
| Адрес 10h – 1Fh | - область данных канала измерения 2 |
| Адрес 20h – 2Fh | - область данных канала измерения 3 |
| Адрес 30h – 3Fh | - область данных канала измерения 4 |
| Адрес 40h – 4Fh | - область данных канала измерения 5 |
| Адрес 50h – 5Fh | - область данных канала измерения 6 |
| Адрес 60h -     | - область команды канала            |
| Адрес FFh       | - флаг команды.                     |

1.5.3.4.1 Область данных канала измерения(на примере 1-го канала).

Область данных канала измерения состоит из группы полей, содержащих основную информацию о канале. Адреса в описании полей даются относительно начала области данных.

А) Адрес – 00h. Длина – 1 байт. Состояние канала связи.

Структура поля отражена в таблице 22.

Таблица 22 – Структура поля состояния канала связи.

| Номер разряда | Функция   |
|---------------|---|
| 7             | 0- канал измерения отвечает на команды<br>1- канал измерения не отвечает на команды в течение 100 мсек. |
| 6-0           | При получении нового результата измерения из канала в эти биты записывается 0                           |

Для определения момента появления нового результата измерения в данное поле можно записывать ненулевое значение.

Б) Адрес – 01h. Длина – 6 байтов. Идентификатор канала измерения.

Идентификатор представляет строку из 6 символов, описывающую канал.

Структура идентификатора будет рассмотрена далее.

Не рекомендуется производить запись в данное поле.

В) Адрес – 07h. Длина – 1 байт. Состояние канала измерения.

Структура поля отражена в таблице 23.

Таблица 23 – Структура поля состояния канала измерения.

| Номер разряда | Функция  |
|---------------|--|
| 7             | Зарезервирован   |
| 6             | Недопустимый код команды.<br>Если канал принимает команду с недопустимым (несуществующим) кодом, то в качестве ответа посылается байт состояния с взведенным битом.    |
| 5             | Канал занят<br>Бит взводится при выполнении служебных процедур канала (настройка, калибровка и т.д.). Измерение сигнала в это время не выполняется                     |
| 4             | Измерение напряжения выключено.<br>Бит взводится при включении режимов, отличных от измерения напряжения.  |
| 3             | Аппаратная ошибка<br>Бит взводится при возникновении аппаратных ошибок канала измерения.<br>Бит сбрасывается после чтения регистра состояния канала                    |
| 2             | Ошибка преобразования.<br>Бит взводится, если результат преобразования выходит за допустимые границы.  |
| 1             | Готовность преобразования.<br>Бит взводится после чтения результата преобразования из канала измерения.<br>Бит сбрасывается после окончания очередного преобразования. |
| 0             | Зарезервирован   |

Не рекомендуется производить запись в данное поле.

Г) Адрес – 8h. Длина – 2 байта. Результат измерения.

В данном поле находится результат измерения.

Для однополярного измерения нулевому или отрицательному значению измеряемой величины соответствует результат 0000h, значению измеряемой величины, превышающему максимальную границу диапазона– результат FFFFh (65535).

Для двухполярного преобразования нулевому значению измеряемой величины соответствует результат преобразования 8000h (32768), значению измеряемой величины, превышающему отрицательную границу диапазона– результат 0000h, значению, превышающему положительную границу диапазона– результат FFFFh (65535).

Не рекомендуется производить запись в данное поле.

Д) Адрес – Ah. Длина – 1 байт. Резервированное поле.

Не рекомендуется производить запись в данное поле.

Е) Адрес – Bh. Длина – 2 байта. Напряжение вывода.

В режиме вывода напряжения выводится напряжение, соответствующее значению данного поля.

В других режимах не рекомендуется производить запись в данное поле.

Ж) Адрес – Dh. Длина – 3 байта. Резервированное поле.

Не рекомендуется производить запись в данное поле.

#### 1.5.3.4.2 Область команды канала.

1.5.3.4.2.1 Модуль дает возможность непосредственно задать команду для нужного канала. Структура области команды канала приведена в таблице 24.

Таблица 24 - Структура области команды канала.

|           |   |
|-----------|---|
| 60h       | Номер канала – 1.<br>Если записано число 6, то команда передается основному процессору. |
| 61h       | Код команды   |
| 62h . . . | Дополнительные байты для многобайтных команд  |
| 68h       | Байт состояния команды  |
| 69h . . . | Ответ канала измерения  |
| FFh       | Флаг команды  |

1.5.3.4.2.2 Для выполнения команды необходимо выполнить следующие действия:

1. записать необходимое число байтов команды;
2. инициировать команду.

Для этого необходимо:

- проверить значение флага команды (адрес FFh). Значение должно быть не равным 53h;
- записать по адресу флага команды значение 53h;
- в течение 100 мсек. флаг должен измениться на 35h, а значение байта состояния команды стать равным FFh. Это означает, что команда инициирована;

3. Ждать, пока байт состояния команды станет не равным FFh. В этом случае в младших 6 битах байта состояния команды содержится счетчик принятых из канала байтов. Счетчик 0 означает либо отсутствие ответа, либо значение 64;

4. Считать ответ канала.

1.5.3.4.2.3 Перечень команд приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Перечень команд канала

| Код | Команда  | Ответ                 |
|-----|--|-----------------------|
| 20h | Включить режим измерения напряжения                              | Состояние канала      |
| 22h | Включить режим измерения тока                                    | Состояние канала      |
| 24h | Включить режим вывода напряжения                                 | Состояние канала      |
| 25h | Включить режим измерения сопротивления по трехпроводной схеме    | Состояние канала      |
| 26h | Включить режим измерения сопротивления по четырехпроводной схеме | Состояние канала      |
| 27h | Включить режим измерения температуры термпарой                   | Состояние канала      |
| 28h | Выключить режим измерения напряжения                             | Состояние канала      |
| 30h | Считать идентификатор канала                                     | Идентификатор канала  |
| 31h | Считать состояние канала и результат измерения                   | Состояние и результат |
| 34h | Считать состояние канала   | Состояние канала      |
| 35h | Считать регистр состояния канала                                 | Регистр состояния     |
| 36h | Сохранить параметры канала в энергонезависимой памяти            | Состояние канала      |
| 39h | Выполнить внутреннюю калибровку устройства АЦП                   | Состояние канала      |
| 3Ch | Перезапустить канал с сохраненными значениями параметров         |                       |
| 3Dh | Перезапустить канал с текущими значениями параметров             |                       |

Продолжение таблицы 25

| Код | Команда   | Ответ               |
|-----|---|---------------------|
| 3Eh | Перезапустить канал с исходными значениями параметров   |                     |
| 40h | Считать регистр конфигурации основного канала   | Двухбайтный регистр |
| 46h | Считать регистр режима канала измерения   | Двухбайтный регистр |
| 50h | Записать регистр конфигурации основного канала. За кодом команды должно следовать двухбайтное значение регистра | Состояние канала    |
| 56h | Записать регистр режима канала измерения. За кодом команды должно следовать двухбайтное значение регистра       | Состояние канала    |

1.5.3.4.2.4 Использование команд с кодами, не указанными в таблице, запрещается, так как это может нарушить работу канала измерения.

1.5.3.4.2.5 Двухбайтные регистры располагаются в памяти по принципу «младший байт занимает младший адрес».

1.5.3.4.2.6 Некорректное изменение регистров может привести к нарушениям работы канала измерения. При необходимости внести изменения рекомендуется сначала считать регистр, изменить необходимые биты, а затем записать.

1.5.3.4.2.7 Регистр состояния канала фиксирует ошибки аппаратных средств канала измерения. Структура регистра приведена в таблице 26.

Таблица 26 - Структура регистра состояния канала.

| Номер разряда | Функция   |
|---------------|---|
| 15 - 12       | Зарезервировано   |
| 11            | Измерение по вспомогательному каналу (дополнительный источник, датчик температуры холодных концов термпары) имеет недопустимое значение                 |
| 10            | Измерение по основному каналу имеет недопустимое значение   |
| 9             | Ошибка образцового источника  |
| 8             | Тайм-аут АЦП  |
| 7-2           | Зарезервировано   |
| 1             | Ошибка записи в энергонезависимую память  |
| 0             | Ошибочная контрольная сумма при чтении из энергонезависимой памяти. При возникновении этой ошибки восстанавливаются исходные параметры канала измерения |

После чтения регистра все биты сбрасываются, также сбрасываются биты «аппаратная ошибка» и «ошибка преобразования» бита состояния канала.

1.5.3.4.2.8 Регистр конфигурации основного канала задает параметры аналого-цифрового преобразования. Структура регистра приведена в таблице 27.

Таблица 27 - Структура регистра конфигурации основного канала.

| Номер разряда | Функция  |
|---------------|--|
| 15 – 8        | Фильтр. Значение фильтра влияет на скорость и частотную характеристику преобразования.<br>Допустимые значения – от 0Dh до FFh. |
| 7             | Должен быть 0  |
| 6             | Должна быть 1  |
| 5             | Должен быть 0  |
| 4             | Должен быть 0  |
| 3             | 0 – двухполярное преобразование<br>1 – однополярное преобразование   |

Продолжение таблицы 27

| Номер разряда | Функция   |
|---------------|---|
| 2 – 0         | Диапазон измерения<br>000 - 20мВ<br>001 - 40мВ<br>010 - 80мВ<br>011 - 160мВ<br>100 - 320мВ<br>101 - 640мВ<br>110 - 1280мВ<br>111 - 2560мВ |

1.5.3.4.2.9 Регистр режима канала измерения определяет режим работы канала и тип подключенных датчиков. Структура регистра приведена в таблице 28.

Таблица 28 - Структура регистра режима канала.

| Номер разряда | Функция   |
|---------------|---|
| 15 – 12       | В режиме измерения температуры термосопротивлением задает код величины сопротивления при 0 град.:<br>0 -50 ом;<br>1 100 ом.   |
| 11 – 8        | В режиме подключения сопротивления определяет режим измерения и тип сопротивления:<br>0 – измерение сопротивления;<br>1 – измерение температуры платиновым (3910) термосопротивлением;<br>2 – измерение температуры платиновым (3850) термосопротивлением;<br>3 – измерение температуры медным (4280) термосопротивлением;<br>4 – измерение температуры медным (4260) термосопротивлением.<br>В режиме измерения температуры термопарой определяет тип термопары:<br>0 – термопара L<br>1 – термопара K |
| 7             | Зарезервирован  |
| 6             | Включен режим четырехпроводного подключения сопротивления   |
| 5             | Включен режим трехпроводного подключения сопротивления  |
| 4             | Включен режим измерения температуры посредством термопары   |
| 3             | Включен режим вывода напряжения   |
| 2             | Включен режим измерения тока  |
| 1             | Зарезервирован  |
| 0             | Выключен режим измерения напряжения   |

Биты 7-0 защищены от записи.

1.5.3.4.2.10 Рекомендуется использовать команды канала только для изменения режима работы канала. При этом рекомендуется следующая последовательность действий:

- 1) включить нужный режим соответствующей командой;
- 2) изменить тип датчика (для режимов измерения температуры и сопротивления) через регистр режима канала;
- 3) изменить диапазон измерения (для режимов измерения напряжения, тока, сопротивления) через регистр конфигурации;
- 4) перезапустить канал с текущими значениями параметров;
- 5) убедиться в правильности функционирования канала;
- 6) сохранить параметры канала в энергонезависимой памяти. Если этого не сделать, то при следующем включении модуля восстановятся предыдущие значения параметров.

1.5.3.5. Функционирование каналов измерения в различных режимах работы.

#### 1.5.3.5.1 Измерение напряжения.

Измерение напряжения производится в двухполярном режиме.

Идентификатор канала – “V DXY”

где:

V - обозначает режим измерения напряжения;

D - цифра, обозначающая диапазон аналого-цифрового преобразования:

0 диапазон –20мВ - +20мВ;

1 диапазон –40мВ - +40мВ;

2 диапазон –80мВ - +80мВ;

3 диапазон –160мВ - +160мВ;

4 диапазон –320мВ - +320мВ;

5 диапазон –640мВ - +640мВ;

6 диапазон –1280мВ - +1280мВ;

7 диапазон –2560мВ - +2560мВ;

XY - цифры, обозначающие версию программного обеспечения канала измерения.

Напряжение определяется по формуле:

Напряжение (мВ) = (результат измерения – 8000h) \* диапазон / 32768.

В процессе измерения периодически контролируется значение напряжения вспомогательного источника. Если погрешность этого измерения больше заданного значения, то взводится бит 2 байта состояния канала измерения и соответствующий бит регистра состояния канала. Бит сбрасывается после чтения регистра состояния канала или если при очередном измерении напряжения вспомогательного источника погрешность меньше заданного значения.

#### 1.5.3.5.2 Измерение тока.

Измерение тока производится в однополярном режиме.

Идентификатор канала – “I DXY”

где:

I - обозначает режим измерения тока;

D - цифра, обозначающая диапазон аналого-цифрового преобразования:

0 диапазон 0 - +20мВ

1 диапазон 0 - +40мВ

2 диапазон 0 - +80мВ

3 диапазон 0 - +160мВ

4 диапазон 0 - +320мВ

5 диапазон 0 - +640мВ

6 диапазон 0 - +1280мВ

7 диапазон 0 - +2560мВ

XY - цифры, обозначающие версию программного обеспечения канала измерения.

Величина тока определяется по формуле:

Ток (мА) = результат измерения \* диапазон / 65536 / 50.



В процессе измерения периодически контролируется значение напряжения вспомогательного источника. Если погрешность измерения больше заданного значения, то взводится бит 2 байта состояния канала измерения. Бит сбрасывается после чтения регистра состояния канала или если при очередном измерении напряжения вспомогательного источника погрешность меньше заданного значения.

#### 1.5.3.5.3 Измерение температуры посредством термопары.

Измерение температуры производится в двухполярном режиме.

Идентификатор канала – “ТК DXY”

где:

T - обозначает режим измерения температуры посредством термопары;

K - буква, обозначающая тип термопары по ГОСТ Р 8.585-2001;

D - цифра, обозначающая диапазон аналого-цифрового преобразования;

XY - цифры, обозначающие версию программного обеспечения канала измерения.

Температура определяется по формуле:

Температура (град.Цельсия) = (результат измерения – 8000h) / 16.

В процессе измерения также измеряется температура холодных концов термопары. Если измеренная температура холодных концов меньше 0 град. или больше 120 град., то взводится бит 2 байта состояния канала измерения, а для дальнейших расчетов температура холодных концов принимается равной 35 град. Если измеренная термоЭДС термопары меньше минимально-допустимого значения, то взводится бит 2 байта состояния канала измерения, а результат измерения становится равным 0000h. Если измеренная термоЭДС больше максимально-допустимого значения, то взводится бит 2 байта состояния канала измерения, а результат измерения становится равным FFFFh. Бит сбрасывается после чтения регистра состояния канала или если при очередном измерении температуры холодных концов она находится в допустимых пределах.

#### 1.5.3.5.4 Измерение температуры посредством термосопротивления.

Измерение температуры производится в двухполярном режиме.

Идентификатор канала – “MSRDXY”

где:

M - буква, обозначающая тип термосопротивления:

P платиновое термосопротивление

C медное термосопротивление

S - цифра, обозначающая схему подключения термосопротивления:

3 трехпроводная схема

4 четырехпроводная схема

R - цифра, обозначающая значение сопротивления при 0 градусов Цельсия:

2 сопротивление 50 ом

3 сопротивление 100 ом.

D - цифра, обозначающая диапазон аналого-цифрового преобразования:

XY - цифры, обозначающие версию программного обеспечения канала измерения.

Температура определяется по формуле:

Температура (град.Цельсия) = (результат измерения – 8000h) / 16.

Если измеренное значение сопротивления меньше минимально-допустимого, то взводится бит 2 байта состояния канала измерения, а результат измерения становится равным 0000h. Если измеренное сопротивление больше максимально-допустимого значения, то взводится бит 2 байта состояния канала измерения, а результат измерения становится равным FFFFh. Бит сбрасывается после чтения регистра состояния канала.

#### 1.5.3.5.5 Вывод напряжения.

Выводимое напряжение измеряется каналом, что дает возможность дополнительного контроля.

Для вывода напряжения нужно записать двенадцатиразрядный код выводимого напряжения в поле «напряжение вывода» области данных канала. Значение кода определяется по формуле:

$$\text{Код} = \text{напряжение (мВ)} * 4096 / 2500.$$

Измерение выводимого напряжения производится в однополярном режиме.

Идентификатор канала – “U DXY”

где:

U - обозначает режим вывода напряжения;

D - цифра, обозначающая диапазон аналого-цифрового преобразования;

XY - цифры, обозначающие версию программного обеспечения канала измерения.

Напряжение определяется по формуле:

$$\text{Напряжение (мВ)} = \text{результат измерения} * 2500 / 65536.$$

## 1.6 Маркировка

1.6.1 На модулях должен быть установлен шильдик со следующей информацией:

- 1) товарный знак изготовителя;
- 2) код модулей;
- 3) порядковый номер по системе нумерации изготовителя;
- 4) дата изготовления (год и месяц).

1.6.2 Маркировка должна наноситься на шильдик методом фотохимпечати, переменные данные - клеймением (допускается применение других способов нанесения маркировки). Качество выполнения маркировки должно обеспечивать четкое и ясное изображение в течение срока работы модулей.

1.6.3 Маркировка транспортной тары должна соответствовать требованиям ГОСТ 14192-77.

## 1.7 Упаковка

1.7.1 Модули должны быть упакованы в комплект тары. Перед упаковкой модулей следует провести проверку на качество подготовки модулей к упаковке и качество изготовления транспортной тары.

1.7.2 Упаковка модулей должна быть проведена после консервации. Консервацию выполнить по ГОСТ 9.014-78.

1.7.3 Упаковка должна обеспечивать сохранность модулей от повреждений при воздействии ударных нагрузок и климатических факторов на весь период транспортирования и хранения у потребителя (в пределах установленного срока хранения).

1.7.4 В каждое место транспортной тары должен быть вложен упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- 1) наименование и условное обозначение упакованных изделий;
- 2) количество упакованных изделий;
- 3) дата упаковки;

- 4) подпись, фамилия и инициалы, ответственного за упаковку.

## **2 Использование по назначению**

### **2.1 Приемка модулей**

2.1.1 При приемке модулей проверьте:

- 1) исправность пломб;
- 2) наличие защитной маркировки груза;
- 3) соответствие наименования груза и маркировки на нем данным, указанным на транспортном документе.

2.1.2 В случае повреждения тары при транспортировании получатель составляет акт и предъявляет претензии транспортной организации.

### **2.2 Ввод в эксплуатацию**

2.2.1 Все работы по монтажу и пуску модулей в эксплуатацию при поставке его в составе СМ1820М КПИ выполняет специализированная пусконаладочная организация, указанная в договоре на поставку. При самостоятельной поставке модулей монтаж и пуск его в эксплуатацию выполняет организация заказчик.

2.2.2 Перед сдачей модулей в эксплуатацию должны быть проведены работы по установке, подготовке к работе, проверке на функционирование при отработке тестовой программы. Сдача в эксплуатацию включает в себя контрольную проверку работоспособности модулей при обработке тестовой программы.

2.2.3 Контрольная проверка работоспособности модулей производится по следующим правилам.

2.2.3.1 При проверке модулей запрещается применять измерительные приборы, срок обязательных проверок которых истек. Все приборы должны иметь отметку о поверке. Рекомендуемый перечень приборов, оборудования и компонентов для проверки модулей в соответствии с таблицей 29.

Таблица 29 – Рекомендуемый перечень приборов, оборудования и компонентов для проведения проверки модулей.

| Наименование                                      | Тип        | Допустимая погрешность измерения или установки                     |
|---|------------|--|
| Программируемый источник калиброванных напряжений | ПЗ20       | $\pm 0,01$ %   |
| Мультиметр  | ЩЗ1        | $\pm 0,01$ %   |
| Цифровой мультиметр                               | М-838      | $\pm 3$ %<br>(используется в качестве источника напряжения и тока) |
| Резистор с четырьмя выводами                      | 434134.001 | $\pm 1$ %  |

Примечание - Разрешается замена упомянутых приборов на аналогичные по техническим характеристикам.

2.2.3.2 Результаты проверки модулей оформляются протоколом с указанием времени начала и конца проверки.

### **2.3 Правила сдачи.**

2.3.1 В процессе испытаний следует считать:

- 1) сбоем - временное нарушение работоспособности модулей, самоустраняющееся при повторных перезапусках тестов;

2) отказом - нарушение работоспособности модулей, вызвавшее необходимость ремонта или замены отдельных элементов.

2.3.2 При оценке результатов не учитывать:

1) отказы, возникающие под действием других отказов в модулей или вне его, а также вызванные внешними действиями, не предусмотренными в настоящем документе;

2) сбои, вызванные ошибками обслуживающего персонала и дефектами носителя теста;

3) отказы, вызванные нарушением правил эксплуатации обслуживающим персоналом и лицами, ответственными за проведение испытаний;

4) отказы, возникшие за время технического обслуживания.

2.3.3 Если в процессе испытаний произойдет отказ, кроме оговоренных случаев отказа, то модули считаются не выдержавшими испытания; производится проверка и устранение причины, вызвавшей отказ, испытания повторяются в полном объеме.

2.3.4 В случае нарушения работы модулей по причине сбоя, проверка по прерванному пункту испытаний повторяется сначала.

## **2.4 Программа сдачи модулей**

2.4.1 Пуско-наладочные испытания на площадке заказчика производятся при нормальных климатических условиях:

1) температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;

2) относительная влажность воздуха  $(65 \pm 15)\%$ ;

3) атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

2.4.2 Приемно-сдаточные испытания включают в себя следующие проверки:

1) проверка комплекта поставки на соответствие паспорту;

2) проверка работоспособности модулей в непрерывном режиме.

2.4.3 Проверка работоспособности модулей в непрерывном режиме производится двухразовой постановкой тестов модулей аналогового ввода (руководство по техническому обслуживанию ЛЯЮИ.00430-01 46 01, в дальнейшем тест 1), (руководство по техническому обслуживанию ЛЯЮИ.00478-01 46 01, в дальнейшем тест 2) и модуля аналогового ввода МАВ1.7 (руководство по техническому обслуживанию ЛЯЮИ.00464-01 46 01, в дальнейшем тест 3).

## **2.5 Подготовка изделия к использованию.**

2.5.1 Проверьте комплектность модулей после распаковки на соответствие этикетке.

2.5.2 Модули рассчитаны на работу в составе БКП СМ1820 КП.

2.5.3. Проверьте положение переключателей на наборных полях НПА и НПП (Z1,Z2) на соответствие документации на КП. Расположение наборных полей на схемах расположения элементов МАВ приведены на рисунках 4-8.

2.5.4 Установите модули в БКП согласно разделу 1.

2.5.5 Подведите требуемые сигналы к клеммам МКАВ. Соедините одноимённые разъёмы МКАВ и МАВ в соответствии с документацией на КП. Расположение разъемов в МАВ их обозначение и соответствующие им номера каналов приведены на рисунках 5-8. Расположение разъемов в МКАВ их обозначение, соответствующие им номера каналов и наименования контактов для подключения внешних сигналов приведены на рисунках 9-22. Экраны кабелей, подводящих упомянутые сигналы, могут быть присоединены через контакты обозначенные «Э» или «Экран» на платах МКАВ.

Задание сигналов (U, I) при оценке правильности функционирования КАВВ производится с помощью цифрового мультиметра (M-838) на диапазоне измерения  $R=20$  кОм, используемого в качестве источника тока и источника напряжения. При оценке точности функционирования используются приборы в соответствии с таблицей 29.

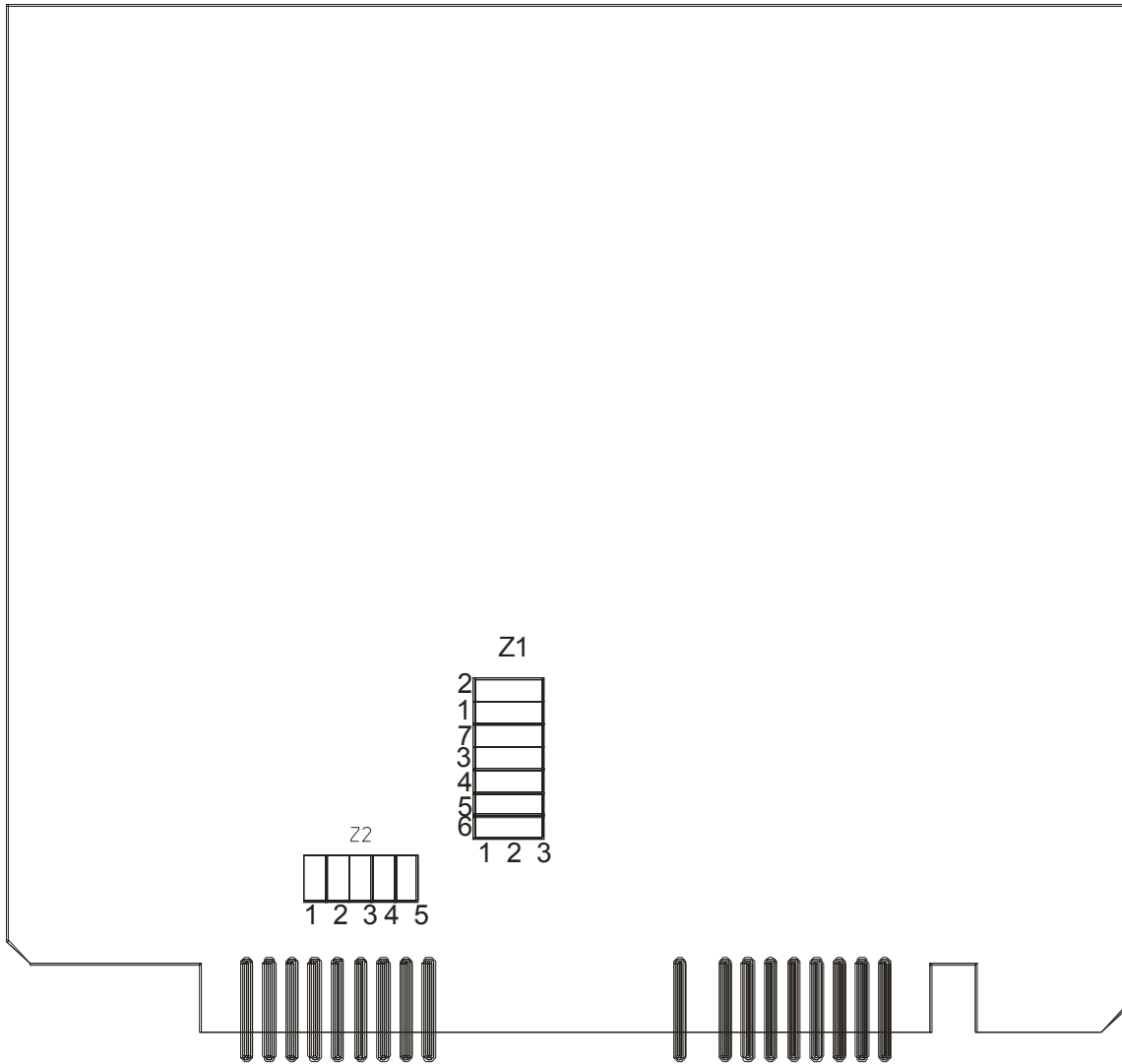


Рисунок 4 - Расположение наборных полей на платах MAB1.1 - MAB1.6

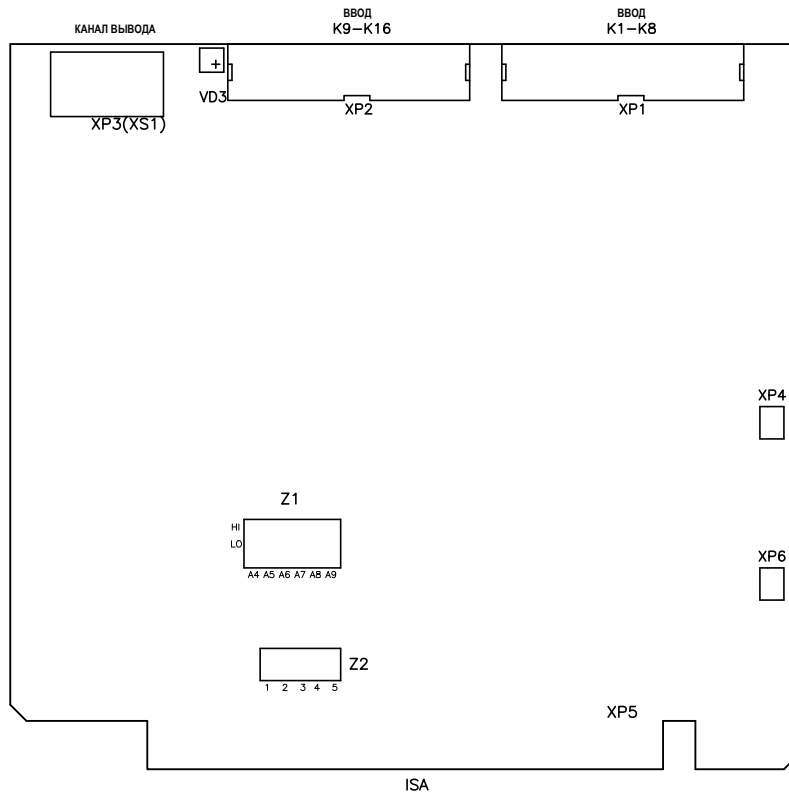


Рисунок 5 – Расположение разъёмов, наборных полей и светодиодного индикатора на платах МАВ1.1.1 – МАВ1.4.1.

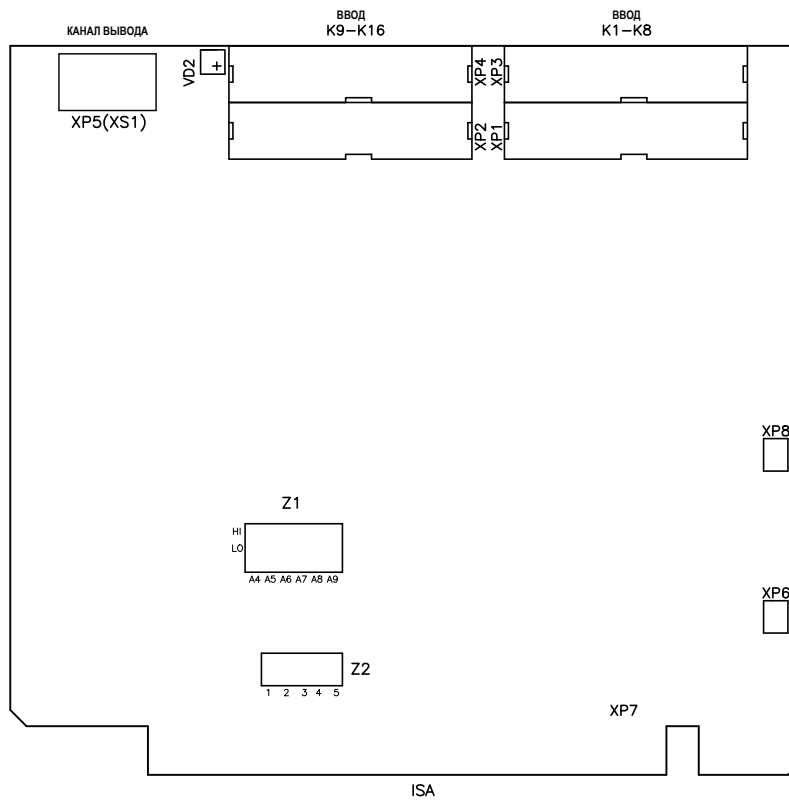


Рисунок 6 – Расположение разъёмов, наборных полей и светодиодного индикатора на плате МАВ1.5.1.

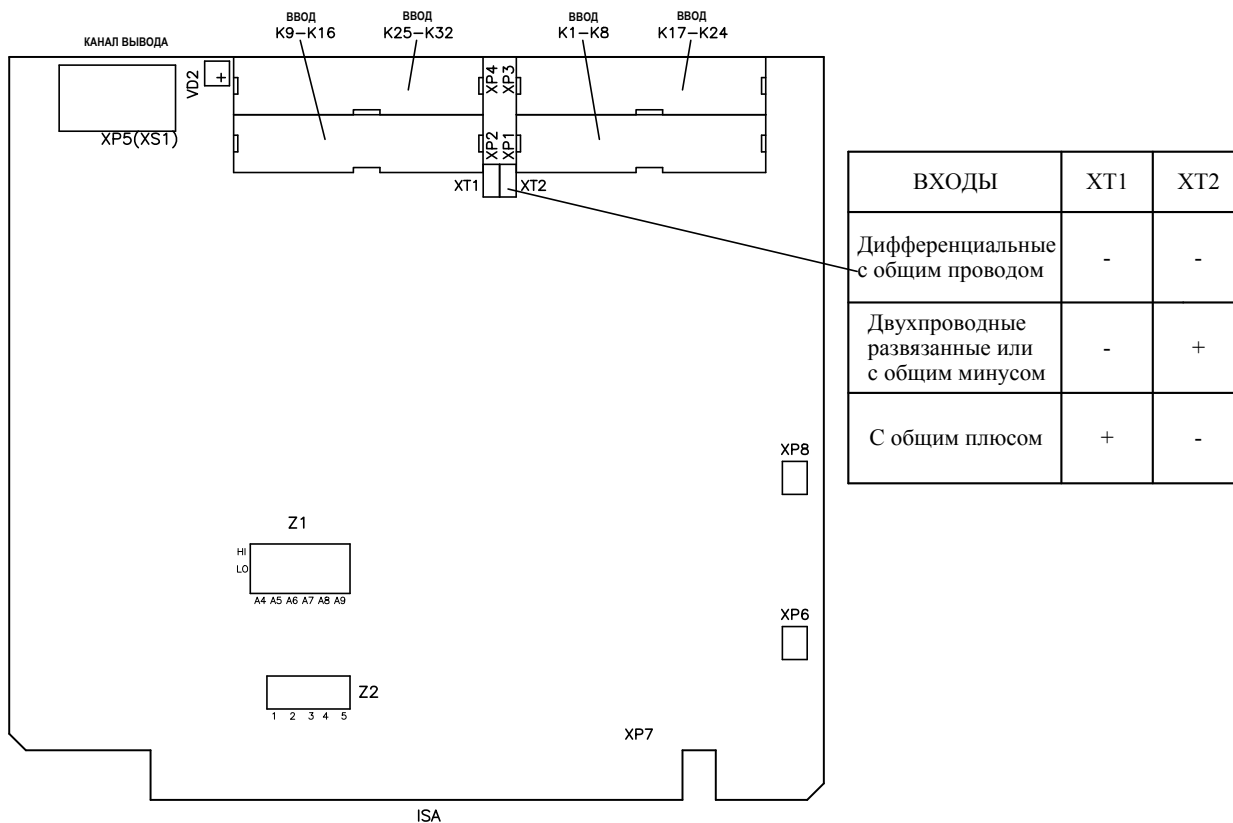


Рисунок 7 – Расположение разъёмов, наборных полей и светодиодного индикатора на плате МАВ1.6.1.

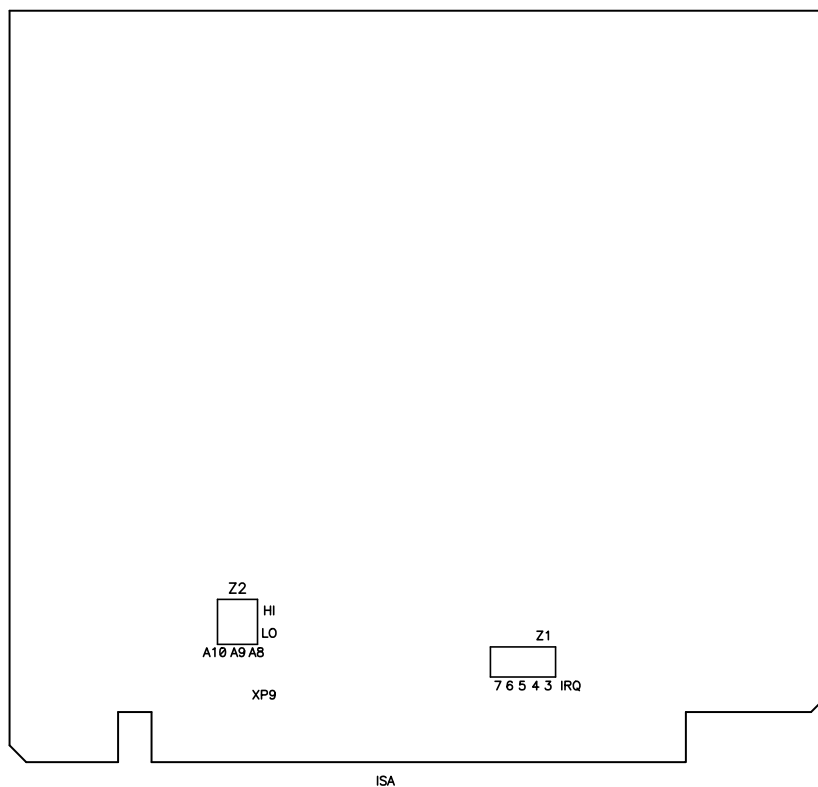


Рисунок 8 – Расположение наборных полей на плате МАВ1.7

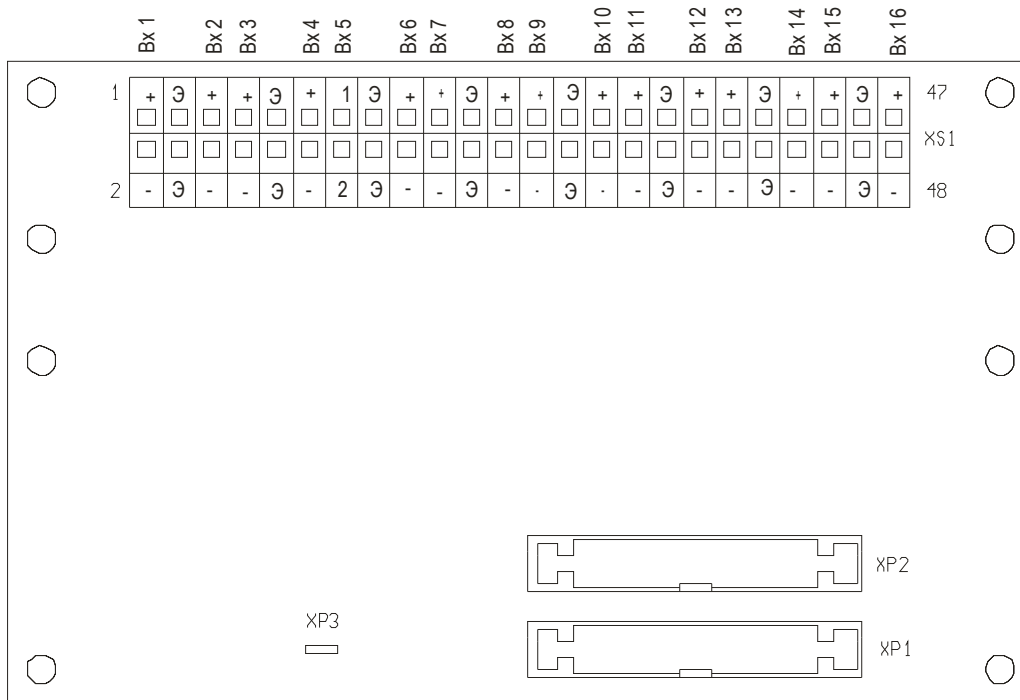


Рисунок 9 - Наименование контактов для подключения сигналов постоянного тока (напряжения постоянного тока) к плате МКВ1



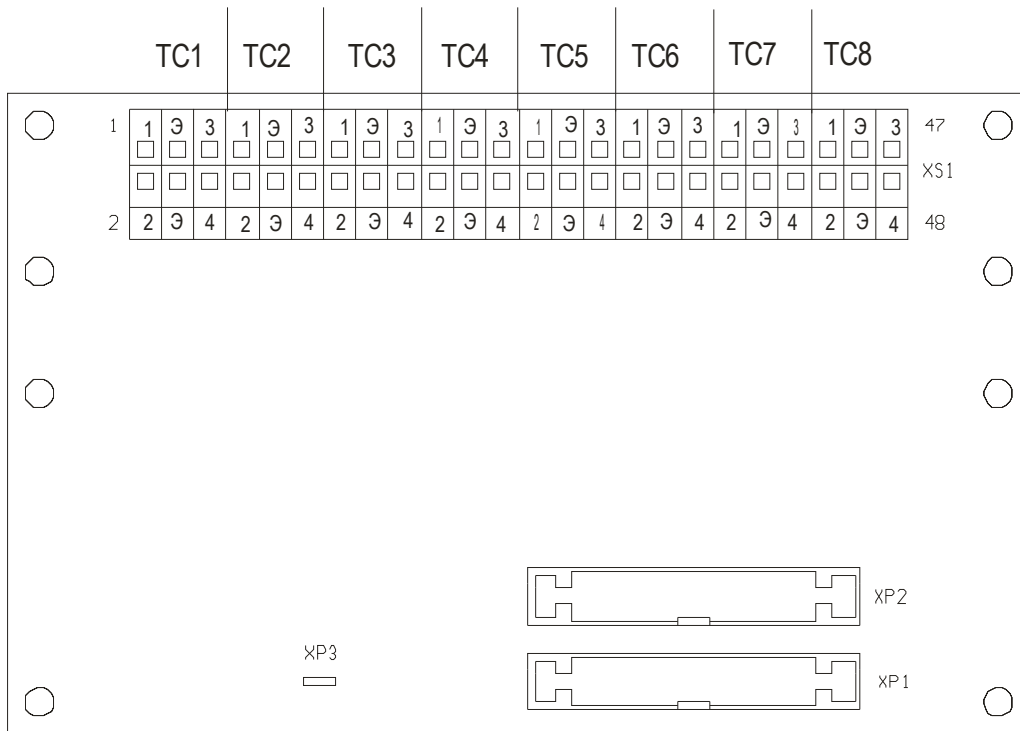


Рисунок 10 - Наименование контактов для подключения 4-х проводных ТС к плате МКВ1

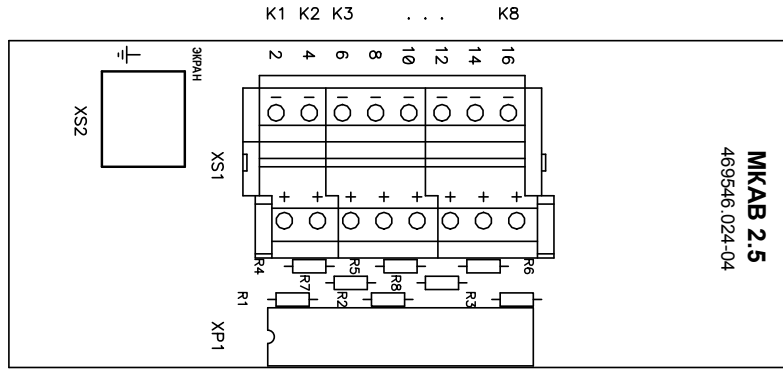


Рисунок 11 – Расположение контактов для подключения сигналов постоянного тока или напряжения постоянного тока к платам МКAB2.1 - МКAB2.5.

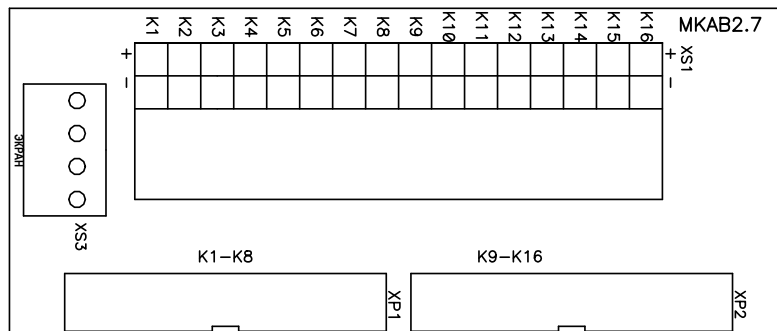


Рисунок 12 – Расположение контактов для подключения термопар к плате МКAB2.7

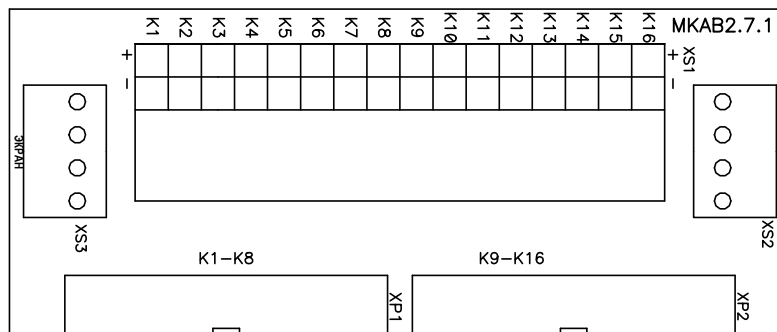


Рисунок 13 – Расположение контактов для подключения термопар плате и внешнего датчика температуры холодных спаев к плате МКAB2.7.1

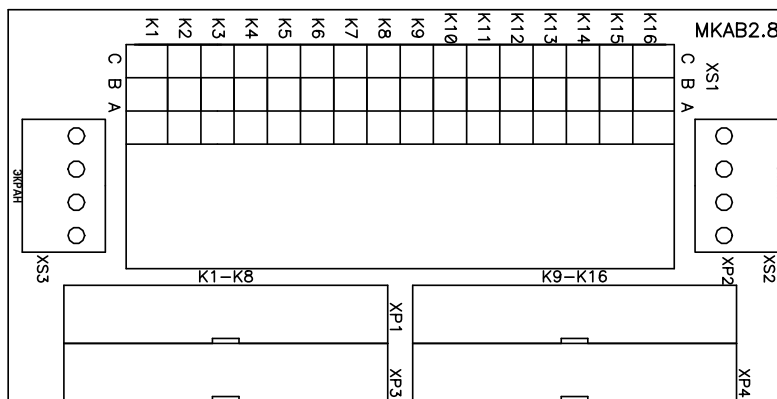


Рисунок 14 – Расположение контактов для подключения трёхпроводных термометров сопротивления к плате МКAB2.8

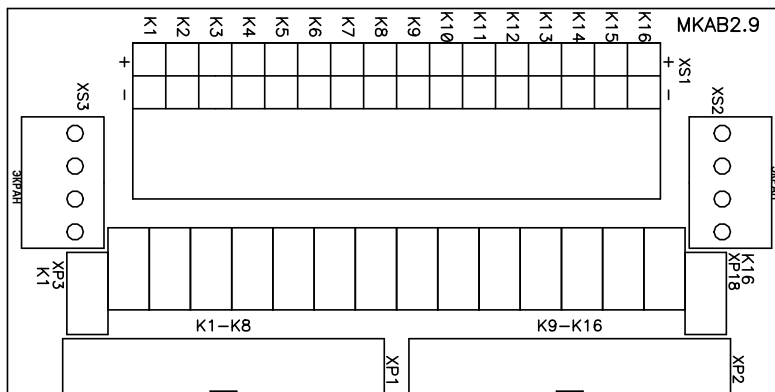


Рисунок 15 – Расположение контактов для подключения сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока и расположение разъёмов балластных резисторов ХР3 (канал 1) - ХР18 (канал 16) на плате МКAB2.9

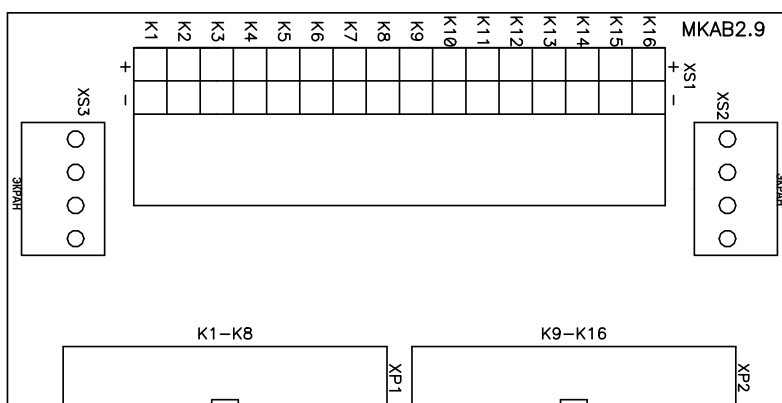


Рисунок 16 – Расположение контактов для подключения сигналов напряжения постоянного тока к плате МКAB2.9.1

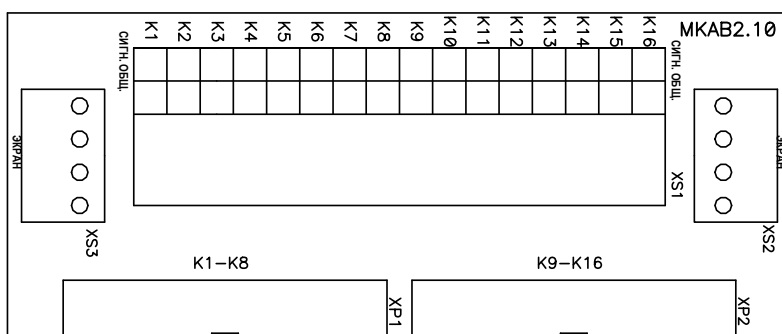


Рисунок 17 – Расположение контактов для подключения сигналов напряжения постоянного тока к плате МКAB2.10

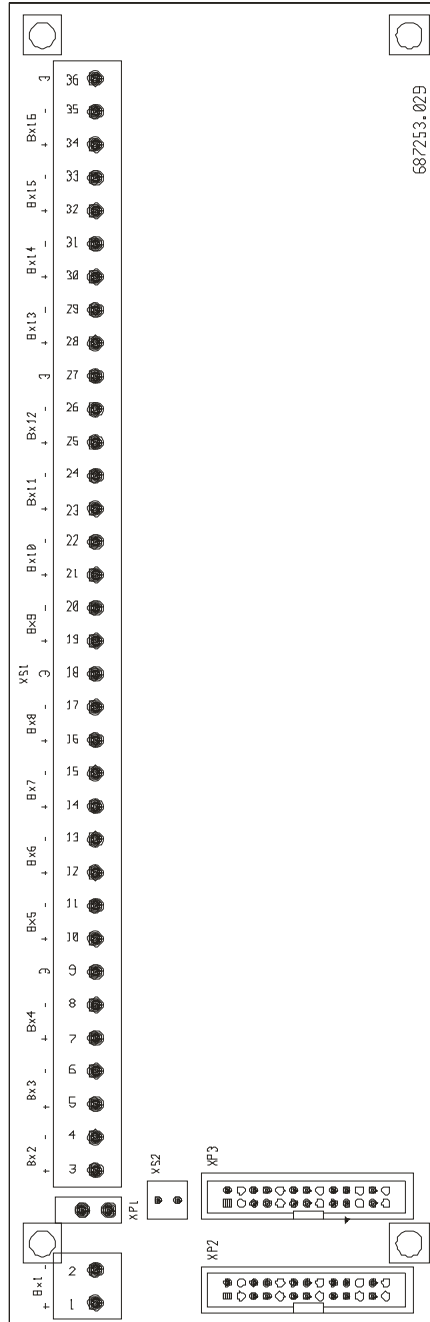


Рисунок 18 - Наименование контактов для подключения сигналов постоянного тока (напряжения постоянного тока) к плате МКВЗ

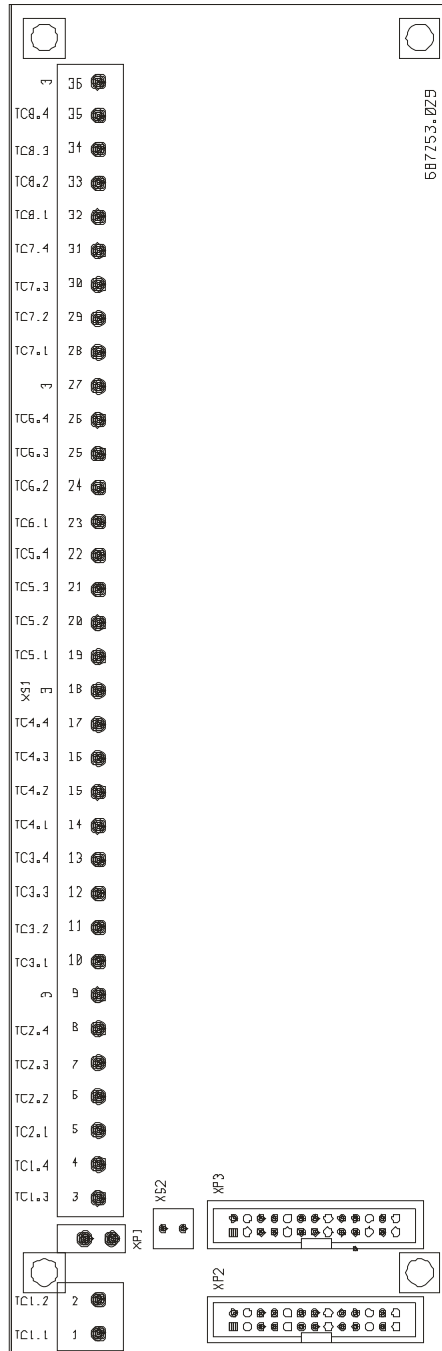


Рисунок 19- Наименование контактов для подключения 4-х проводных ТС к плате МКВЗ

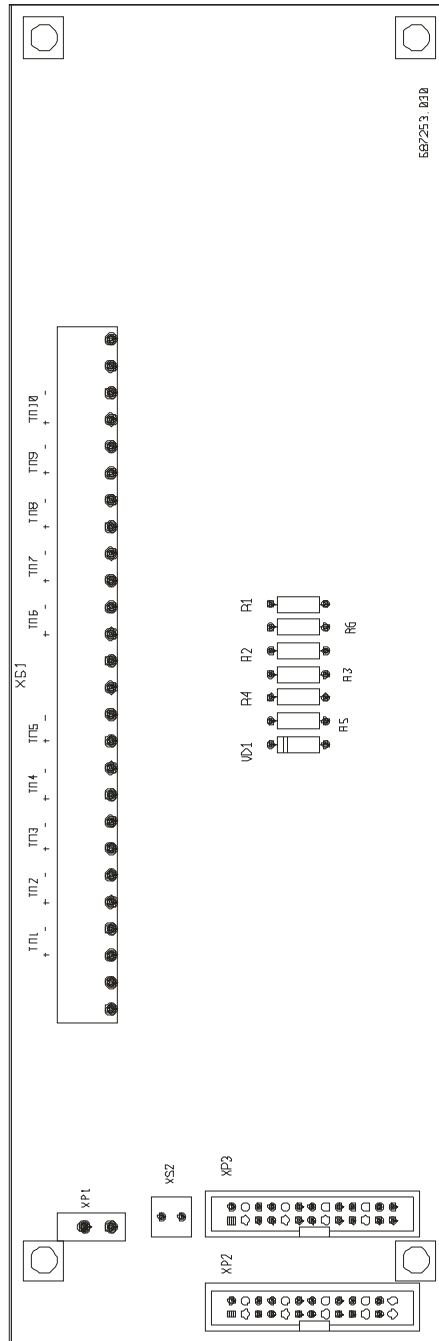


Рисунок 20 - Наименование контактов для подключения ТП к МКВВ4

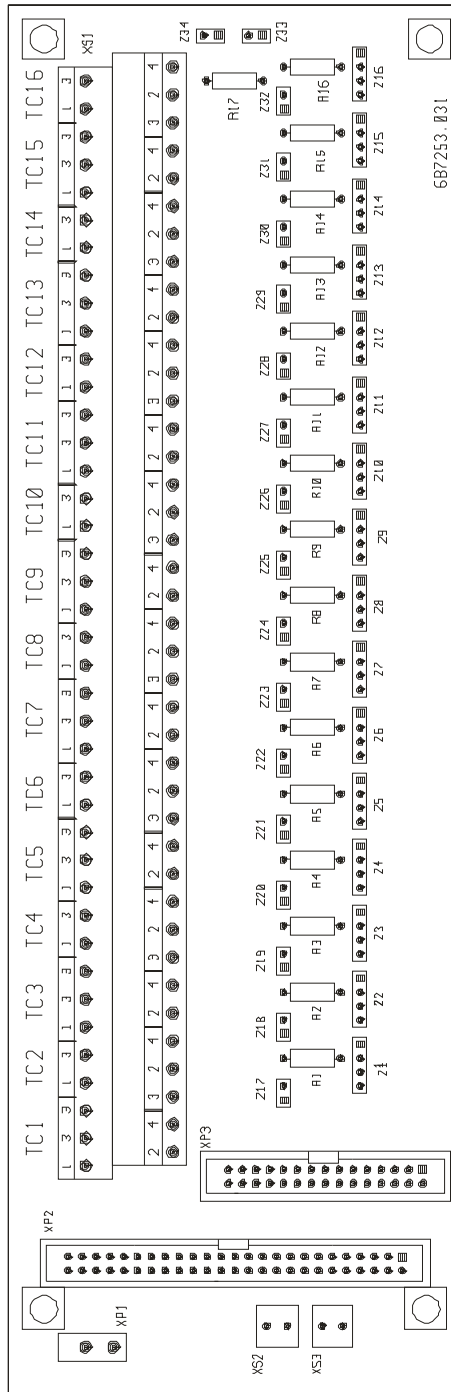


Рисунок 21 - Наименование контактов для подключения ТС к МКAB5 и расположение наборных полей для выбора типа ТС (2-х,3-х или 4-х проводный)

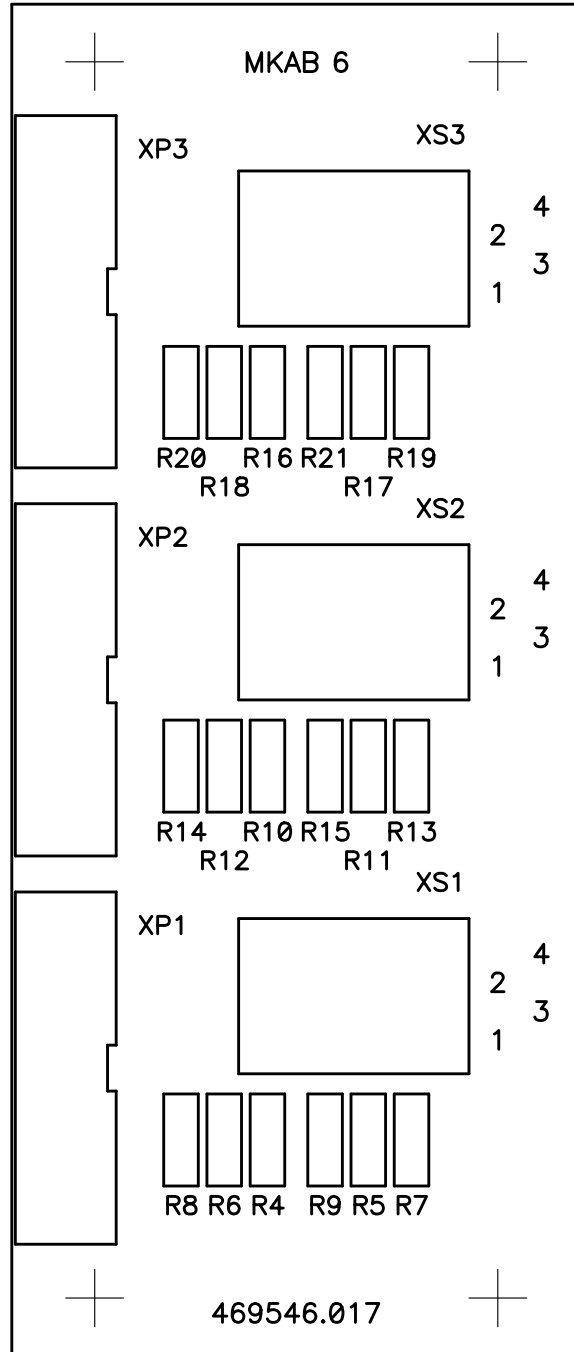


Рисунок 22 – Наименование контактов для подключения внешних сигналов к МКАВ 6



2.5.6 Схемы электрические основных вариантов конкретных типов термометров сопротивления, производимых фирмами-изготовителями ТС (например, ЗАО «ТЕРМИКО»), приведены на рисунке 23. На рисунке выводы 1, 2 – выводы по напряжению, 3, 4 – соответственно по току.

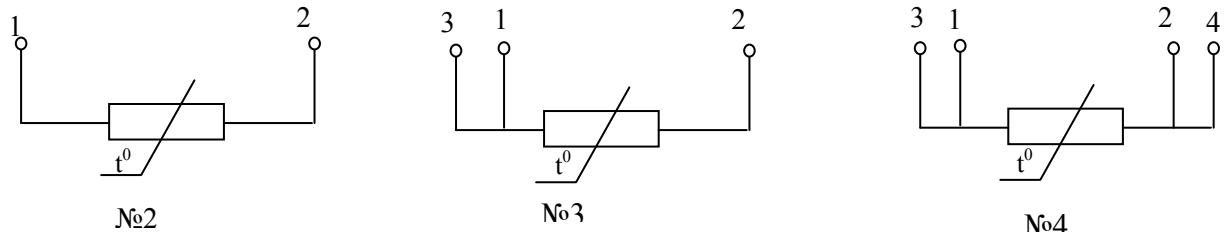


Рисунок 23 – Типы термометров сопротивления

Порядок подключения 3<sup>х</sup> проводных ТС к входным контактам МКAB2.8 - в соответствии с рисунком 14, где обозначение А, В, С соответствует 1, 2, 3 по рисунку 23.

Порядок подключения 2<sup>х</sup>, 3<sup>х</sup> и 4<sup>х</sup> проводных ТС к входным контактам МКAB5 в соответствии с таблицей 30. При проверке правильности функционирования в качестве ТС используется резистор с 4-мя выводами, упомянутый в таблице 29.

Таблица 30 – Порядок подключения ТС к МКAB5.

| Тип электрической схемы ТС и пример его подключения к первому каналу розетки-клеммника XS1 на печатной плате МКAB5. |  | Наличие переключки на наборных полях Z1...Z16 МКAB5 |       |     | Наличие переключки на всех наборных полях Z17..Z32 МКAB5 | Величина образцового тока на выходе генератора тока, мА |     |   |     |
|---|--|---|-------|-----|--|---|-----|---|-----|
|   |  | 1-2   | 2-3   | 3-4 |  |   |     |   |     |
| 1   |  | 1   | ТС1-1 |     |  |   | 0,2 |   |     |
|   |  | 2   | ТС1-2 |     |  |   |     |   |     |
|   |  | 3   | ТС1-3 | +   | -  | -   |     | + |     |
|   |  | 4   | ТС1-4 | +   | -  | +   |     | + | 0,4 |
|   |  | Э   |       |     |  |   |     |   |     |
| 2   |  | 1   | ТС1-1 |     |  |   | 0,2 |   |     |
|   |  | 2   | ТС1-2 |     |  |   |     |   |     |
|   |  | 3   | ТС1-3 | -   | +  | -   |     | + |     |
|   |  | 4   | ТС1-4 |     |  |   |     |   |     |
|   |  | Э   |       |     |  |   |     |   |     |
| 3   |  | 1   | ТС1-1 |     |  |   | 0,2 |   |     |
|   |  | 2   | ТС1-2 |     |  |   |     |   |     |
|   |  | 3   | ТС1-3 | -   | +  | -   |     | + |     |
|   |  | 4   | ТС1-4 |     |  |   |     |   |     |
|   |  | Э   |       |     |  |   |     |   |     |
| 4   |  | 1   | ТС1-1 |     |  |   | 0,2 |   |     |
|   |  | 2   | ТС1-2 |     |  |   |     |   |     |
|   |  | 3   | ТС1-3 | -   | -  | -   |     | - |     |
|   |  | 4   | ТС1-4 | -   | -  | +   |     | - | 0,4 |
|   |  | Э   |       |     |  |   |     |   |     |

## **2.6 Характерные неисправности и методы их устранения**

2.6.1 Определение неисправностей производите с помощью тестов 1, 2 и 3.

2.6.2 Перед поиском неисправности проверьте:

- 1) установлены ли модули в БКП до упора;
- 2) вставлены ли до упора разъемы кабелей связи с МКАВ1 . . . МКАВ6 в модули.

2.6.3 Для устранения неконтактов в разъемах необходимо произвести протирание контактов спиртом, а после установки блока элементов обратить особое внимание на плотное закрепление разъемов.

## **3 Техническое обслуживание**

### **3.1 Меры безопасности**

3.1.1 Обслуживающий инженерно-технический персонал должен проходить регулярный инструктаж и выполнять требования по технике безопасности.

3.1.2 Категорически запрещается:

- 1) вставлять и извлекать модули из контроллера при включенном питании;
- 2) производить замену радиокомпонентов в модулях при включенном электропитании;
- 3) производить монтажные работы на модулях паяльником, запитанном от напряжения свыше 36 В;
- 4) при пайке держать под нагревом контакты более 2 с.

3.1.3 **ВНИМАНИЕ!** Замену радиокомпонентов в модулях производить с соблюдением всех мер, обеспечивающих снятие статических зарядов.

### **3.2 Порядок технического обслуживания модулей.**

3.2.1 Техническое обслуживание модулей производится в составе БКП один раз в год путем внешнего осмотра, удаления пыли и чистки контактов с последующей проверкой функционирования при помощи теста. Длительность технического обслуживания не более 0,5 ч.

### **3.3 Проверка технического состояния модулей**

3.3.1 Проверка технического состояния модулей производится с помощью теста 1, 2 и теста 3.

3.3.2 Методика работы с тестами изложена в документах «Система контроля электропитания. Тестовое программное обеспечение. Тест модуля аналогового ввода. Руководство по техническому обслуживанию ЛЯЮИ.00430-01 46 01», «Модули аналогового ввода МАВ1. Программное обеспечение. Тест модулей аналогового ввода. Руководство по техническому обслуживанию ЛЯЮИ.00478-01 46 01» и «Контроллеры промышленные СМ 1820М КП и СМ 1820М КПМ. Программное обеспечение. Тест модуля аналогового ввода МАВ1.7 Руководство по техническому обслуживанию ЛЯЮИ.00464-01 46 01».

### **3.4 Расконсервация**

3.4.1 Расконсервация модулей производится после распаковки в помещении при температуре воздуха не ниже 15 °С и относительной влажности не более 70 %.

3.4.2 Снимите полиэтиленовый чехол, для чего разрежьте его по шву. В случае пере-консервации чехол необходимо снять с учетом повторной заделки шва полимерной липкой лентой.

3.4.3 Снимите бумагу с разъема кабеля.

### **3.5 Переконсервация**

3.5.1 По истечении срока хранения или в случае обнаружения дефектов временной противокоррозийной защиты, возникших при транспортировании и хранении, заказчик обязан провести переконсервацию.

3.5.2 Переконсервацию необходимо производить в помещении при температуре воздуха не ниже 15 °С, относительной влажности не более 70% и отсутствии в воздухе агрессивных примесей, вызывающих коррозию.

3.5.3 При переконсервации разрешается применять неповрежденную в процессе хранения упаковку модулей, а также средства противокоррозийной защиты после восстановления их защитной способности.

### **3.6 Защита от статического электричества**

3.6.1 При всех видах работ по техническому обслуживанию и ремонту модулей и их составных частей необходимо соблюдать требования и меры по защите микросхем и полупроводниковых приборов от разрушаемого воздействия статического электричества.

3.6.2 Исполнитель работ должен быть заземлен с помощью металлического браслета или кольца, подключенного через резистор 1 МОм±10 % к элементу заземления корпуса устройства, соединенного контуром заземления.

3.6.3 Запрещается проводить замену модулей и их ремонт при включенных питающих напряжениях.

3.6.4 Питание паяльника должно осуществляться через разделительный трансформатор с выходным напряжением не более 36 В и заземленным экраном между обмотками. При отсутствии экрана стержень паяльника должен быть заземлен.

## **4 Распаковка**

4.1 Распаковка модулей должна производиться в помещении при температуре не ниже 15 °С и относительной влажности не более 70% в присутствии представителя организации, выполняющей пуско-наладочные работы.

4.2 Распаковку модулей в зимнее время необходимо проводить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав в течении 24 часов. Размещение тары рядом с источником тепла запрещается.

4.3 При распаковке соблюдать все меры предосторожности, обеспечивающие сохранность изделий.

4.4 Во время распаковки проверьте:

- 1) соответствие продукции товарной упаковке;
- 2) соответствие продукции документам поставщика;

3) внешний вид составных частей модулей на отсутствие повреждений после транспортирования.

4.5 После распаковки модулей, в случае обнаружения некомплектной поставки или повреждения внешнего вида, возникших при транспортировании, представитель пуско-наладочной организации извещает изготовителя для решения вопроса.

## **5 Хранение**

5.1 Модули должны храниться в заводской упаковке в закрытом вентилируемом и отапливаемом помещении при температуре от плюс 1 до плюс 40 °С и относительной влажности воздуха не более 85 %.

5.2 Срок хранения модулей без переконсервации не должен превышать 12 месяцев.

## **6 Транспортирование**

6.1 Для транспортирования модули должны быть упакованы в транспортную тару.

6.2 Транспортирование допускается автомобильным, железнодорожным, авиационным (в отапливаемых герметизированных отсеках) видами транспорта на любые расстояния.

6.3 Транспортирование модулей допускается при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С, относительной влажности до 95 % при температуре плюс 30 °С, атмосферном давлении от 84 до 107 кПа, ударных нагрузках многократного действия с пиковым ударным ускорением на более 147 м/с<sup>2</sup> (15g) при длительности ударного ускорения 10...15 мс.

6.4 Размещение и крепление транспортных ящиков должны обеспечивать устойчивость их положения, исключать смещение и удары при транспортировании.

6.5 При погрузке и транспортировании должны строго выполняться требования предупредительных надписей на таре и не должны допускаться толчки и удары, которые могут отразиться на сохранности и работоспособности модулей.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
КОНФИГУРИРОВАНИЕ МОДУЛЕЙ.

Таблица А.1 – Модуль ввода сигналов постоянного тока МАВ1.1.1

| Обозначение           | Код      | Диапазон изм. параметра/ Rвх | Полное время преобр. на канал, мс | Фильтр | Частота среза фильтра, Гц | Модуляция (Гц)/ децимация |
|-----------------------|----------|------------------------------|-----------------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|
| ЛЯЮИ.469546.007-01.02 | МАВ1.1.1 | 0-5 мА /200 Ом               | 64                                | Sinc3  | 14                        | 14400/288                 |
| ЛЯЮИ.469546.007-01.03 | МАВ1.1.2 | 0-20 мА /118 Ом              | 5,3                               | Sinc3  | 160                       | 86400/135                 |
|                       |          |                              |                                   |        |                           |                           |

Таблица А.2 – Модуль ввода сигналов низкого уровня напряжения постоянного тока МАВ1.2.1

| Обозначение           | Код      | Диапазон изм. параметра | Полное время преобр. на канал, мс | Фильтр | Частота среза фильтра, Гц | Модуляция (Гц)/ децимация |
|-----------------------|----------|-------------------------|-----------------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|
| ЛЯЮИ.469546.007-01.01 | МАВ1.2.1 | 0-1,28 В                | 85                                | Sinc3  | 14                        | 14400/288                 |
| ЛЯЮИ.469546.007-01.04 | МАВ1.2.2 | + -10 мВ                | 64                                | Sinc3  | 14                        | 43200/864                 |
|                       |          |                         |                                   |        |                           |                           |

Таблица А.3 – Модуль ввода и преобразования сигналов термопар МАВ1.3.1

| Обозначение           | Код      | Диапазон изм. параметра | НСХ датчика | Полное время преобр. на канал, мс | Фильтр | Частота среза фильтра, Гц | Модуляция (Гц)/ децимация |
|-----------------------|----------|-------------------------|-------------|-----------------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|
| ЛЯЮИ.469546.007-02.01 | МАВ1.3.1 | -200 ÷ 800 °С           | L(ТХК)      | 64                                | Sinc3  | 14                        | 43200/864                 |
| ЛЯЮИ.469546.007-02.02 | МАВ1.3.2 | -180 ÷ 1300 °С          | К(ТХА)      | 64                                | Sinc3  | 14                        | 43200/864                 |
|                       |          |                         |             |                                   |        |                           |                           |

Таблица А.4 – Модуль ввода и преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления МАВ1.5.1

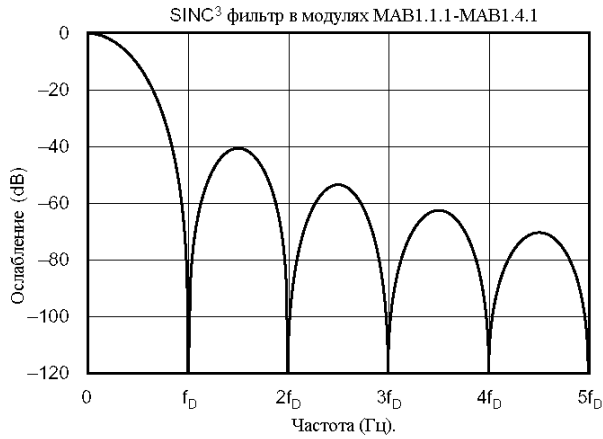
| Обозначение           | Код      | Диапазон изм. параметра | НСХ датчика                       | Полное время преобр. на канал, мс | Фильтр | Частота среза фильтра, Гц | Модуляция (Гц)/ децимация |
|-----------------------|----------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|
| ЛЯЮИ.469546.007-04.01 | МАВ1.5.1 | -200 ÷ 650 °С           | 46П W <sub>100</sub> =1,391 гр.21 | 64                                | Sinc3  | 14                        | 32768/656                 |
| ЛЯЮИ.469546.007-04.02 | МАВ1.5.2 | -50 ÷ 180 °С            | 53М W <sub>100</sub> =1,426 гр.23 | 64                                | Sinc3  | 14                        | 32768/656                 |
| ЛЯЮИ.469546.007-04.03 | МАВ1.5.3 | -250 ÷ 300 °С           | 100П гр.ТП062                     | 6.2                               | Sinc3  | 134                       | 32768/64                  |
|                       |          |                         |                                   |                                   |        |                           |                           |

Таблица А.5 – Модуль ввода сигналов среднего уровня напряжения постоянного тока МАВ1.6.1

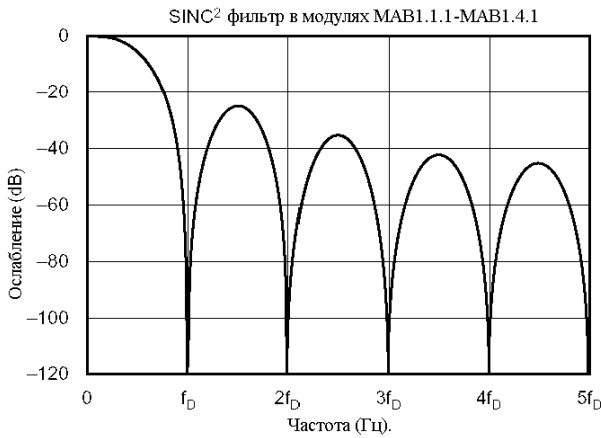
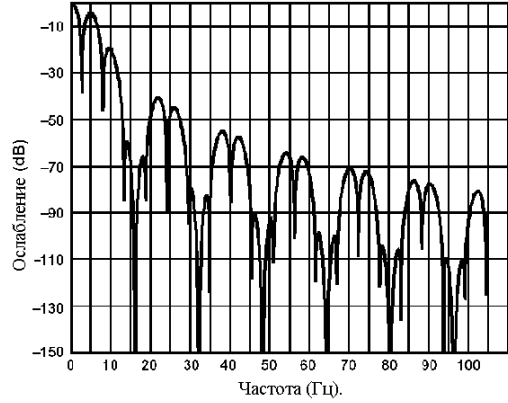
| Обозначение           | Код      | Диапазон изм. параметра | Полное время преобр. на канал, мс | Фильтр          | Частота среза фильтра, Гц | Модуляция (Гц)/ децимация |
|-----------------------|----------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| ЛЯЮИ.469546.007-05.01 | МАВ1.6.1 | 0-12,8 В                | 32                                | Sinc3, chopping | 28                        | 32768/312                 |
| ЛЯЮИ.469546.007-05.02 | МАВ1.6.2 | 0-12,8 В                | 6.2                               | Sinc3           | 134                       | 32768/64                  |
| ЛЯЮИ.469546.007-05.03 | МАВ1.6.3 | 0-12,8 В                | 3.9                               | Sinc3           | 214                       | 32768/40                  |
| ЛЯЮИ.469546.007-05.04 | МАВ1.6.4 | 0-3,2 В                 | 62                                | Sinc3           | 13                        | 32768/656                 |

### ПРИЛОЖЕНИЕ Б

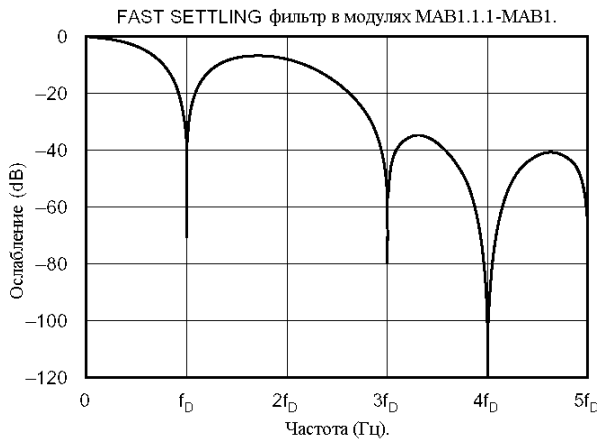
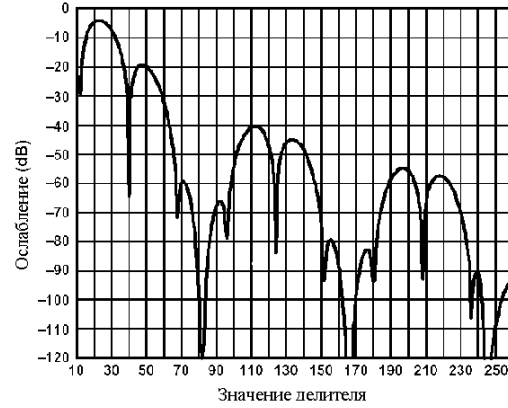
#### ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЛЬТРОВ В МОДУЛЯХ МАВ1.1.1 – МАВ1.6.1.



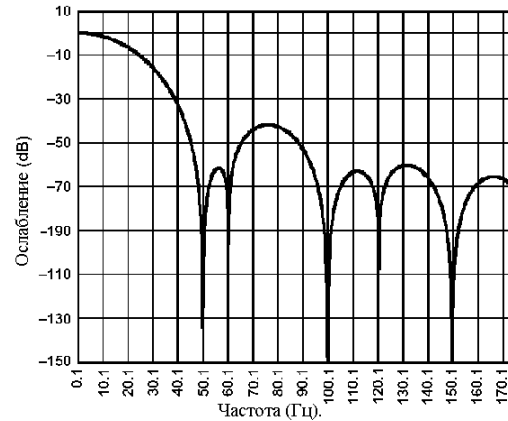
Фильтр в МАВ1.5.1 и МАВ1.6.1 при максимальном значении делителя и в режиме СНОР



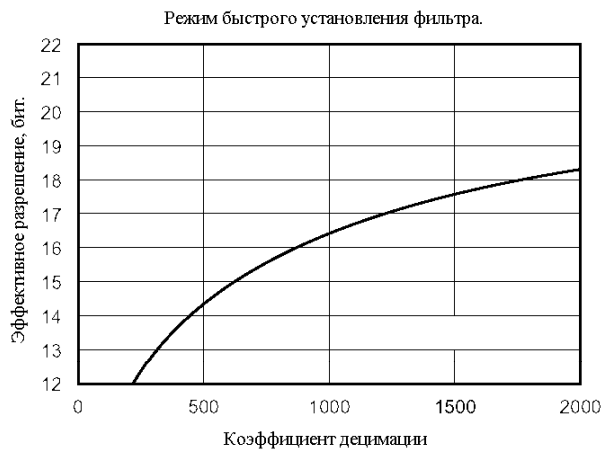
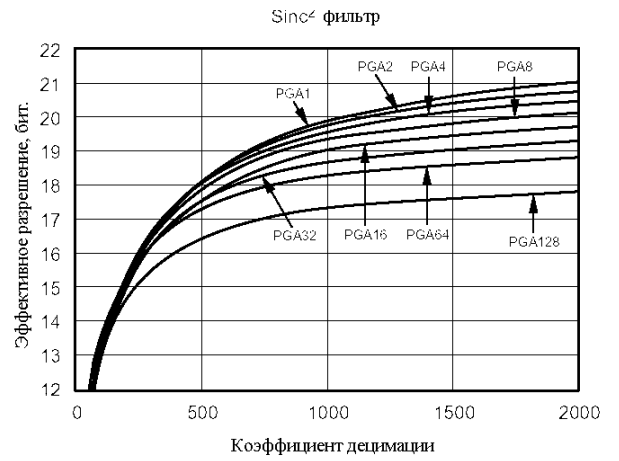
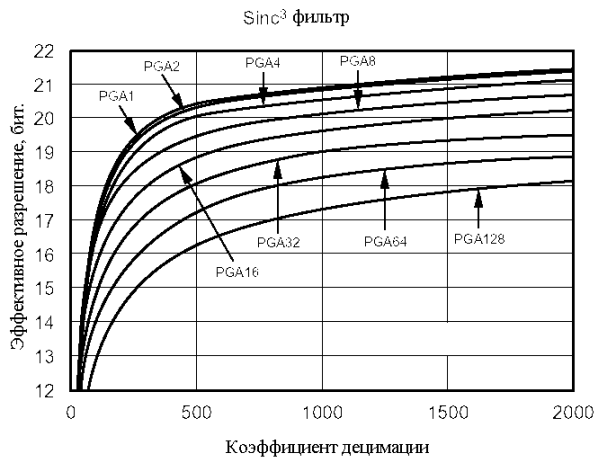
Подавление частоты 50 Гц в МАВ1.5.1 и МАВ1.6.1 в зависимости от делителя и в режиме СНОР.



Фильтр в МАВ1.5.1 и МАВ1.6.1 при значении делителя 52Н, включённом фильтре 60 Гц, СНОР выключен



### ЭФФЕКТИВНОЕ РАЗРЕШЕНИЕ В МОДУЛЯХ МАВ1.1.1 – МАВ1.6.1 С РАЗЛИЧНЫМИ ФИЛЬТРАМИ.



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### В.1 Форматы регистров АЦП AD7731BN.

В.1.1 Коммуникационный регистр доступен только для записи. При выполнении последующих операций управление передается коммуникационному регистру, за исключением непрерывного чтения. Формат регистра представлен в таблице В.1.

Таблица В.1 – Формат коммуникационного регистра.

| WEN   | 0 | RW1  | RW0 | 0 | RS2 | RS1   | RS0 |  |
|---|---|--|-----|---|-----|---|-----|--|
| Первый бит в байте. Если он равен 0, то происходит запись оставшихся семи бит |   | Биты режима записи/чтения<br>0 0 одна запись в специфицированный регистр<br>0 1 одно чтение из специфицированного регистра<br>1 0 начать продолжительное чтение специфицированного регистра<br>1 1 остановить продолжительный режим чтения |     |   |     | Биты выбора регистра<br>0 0 0 коммуникационный регистр(запись)<br>0 0 0 регистр статуса (чтение)<br>0 0 1 регистр данных<br>0 1 0 регистр режима<br>0 1 1 регистр фильтрации<br>1 0 0 нет доступа к регистрам<br>1 0 1 регистр начального смещения<br>1 1 0 регистр коэффициента усиления<br>1 1 1 тестовый регистр |     |  |

В.1.2 Регистр статуса. Доступен только для чтения. RS2...RS0=0,0,0. Формат регистра представлен в таблице В.2.

Таблица В.2 – Формат регистра статуса.

| RDY | STDY | STBY | NoRFF | MS3 | MS2 | MS1 | MS0 |
|-----|------|------|-------|-----|-----|-----|-----|
|-----|------|------|-------|-----|-----|-----|-----|

RDY - события, устанавливающие бит в "1"

STDY - для FastStep остается в "1", пока первоначальные результаты преобразования не станут доступными.

STBY - запись 011 в MD2...MD0 в регистре режима.

NoRFF- если  $REF_{in}-REF_{out} < 0,5 V$  или в обрыве, то NoRFF = 1

MS3...MS0 - для использования на заводе-изготовителе.

В.1.3 Регистр данных. Доступен только для чтения. Разрядность (16 или 24 бит) зависит от бита WL в регистре режима.

В.1.4 Регистр режима. Доступен для чтения и записи. Формат регистра в таблице В.3.

Таблица В.3 – Формат регистра режима.

| MD2   | MD1 | MD0 | B/U | DEN | D1  | D0  | WL  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| HIREF | RN2 | RN1 | RN0 | B0  | CH2 | CH1 | CH0 |

где:

MD2...MD0 –

0 0 0 - холостой режим

0 0 1 - режим продолжительного преобразования

0 1 0 - режим одиночного преобразования

0 1 1 - режим отключения питания (power down)



- 1 0 0 - внутренняя калибровка 0
- 1 0 1 - внутренняя калибровка полной шкалы
- 1 1 0 - системная калибровка 0
- 1 1 1 - системная калибровка полной шкалы
- V/U - "0" - двух.пол.режим
- DEN - если "1" входы AIN3, AIN4 - дискретные
- D1, D0 - биты цифрового выхода при DEN=1
- WL - "1" - если данные 24-х разрядные, "0" - если данные 16-разрядные
- B0 - контроль обрыва; "0" - выкл.; "1" - вкл.
- CH2...CH0 -
- 0 0 0 - псевдодиф.пара 0
- 0 0 1 - псевдодиф.пара 1
- 0 1 0 - псевдодиф.пара 2
- 0 1 1 - псевдодиф.пара 3
- 1 0 0 - дифф.вход AIN1,2
- 1 0 1 - дифф.вход AIN3,4
- 1 1 0 - дифф.вход AIN5,6
- 1 1 1 - AIN6,AIN6 – режим тестирования

При  $V_{ref}=2,5\text{ V}$  и  $HIREF = 0$ , а также при  $V_{ref}=5\text{ V}$  и  $HIREF = 1$  имеет место соотношение диапазонов и соответствующих им кодов диапазонов упомянутое в таблице В.3.1

Таблица В.3.1 – Диапазоны и соответствующие коды диапазонов

| RN2, RN1, RN0 | Диапазоны при HIREF1 |
|---------------|----------------------|
| 0 0 0         | $\pm 20\text{ mV}$   |
| 0 0 1         | $\pm 20\text{ mV}$   |
| 0 1 0         | $\pm 40\text{ mV}$   |
| 0 1 1         | $\pm 80\text{ mV}$   |
| 1 0 0         | $\pm 160\text{ mV}$  |
| 1 0 1         | $\pm 320\text{ mV}$  |
| 1 1 0         | $\pm 640\text{ mV}$  |
| 1 1 1         | $\pm 1,28\text{ V}$  |

Примечание: Диапазоны от  $\pm 10\text{ мВ}$  до  $\pm 640\text{ мВ}$ , соответственно, обеспечиваются при  $V_{ref}=2,5\text{ V}$  и  $HIREF = 1$ .

В.1.5 Регистр фильтра доступен для чтения и записи. Формат регистра в таблице В.4.

Таблица В.4 – Формат регистра фильтра.

|      |      |     |     |     |     |      |      |
|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| SF11 | SF10 | SF9 | SF8 | SF7 | SF6 | SF5  | SF4  |
| SF3  | SF2  | SF1 | SF0 | 0   | CHP | SKIP | FAST |

SF11...SF0 - частота среза на уровне - 3dB; выходная скорость преобразования зависит от величины SF. Представляет интерес режим  $CHP = 1$ ,  $SKIP = 0$ ,  $FAST = 1$ . При  $CHP = 1$ ,  $SKIP = 0$ ,  $SF = 2048...75$  частота опроса в диапазоне 50 Гц...1,365 кГц. Частота  $MCLK = 4,9152\text{ мГц}$ ;  $f_{мод} = 307,2\text{ кГц}$

$FAST = 1$  означает, что если на входе канала фиксируется скачкообразное изменение аналогового сигнала, расчетная часть FIR внутри AD7731BN приостанавливается и заменяется бегущим средним на выходе первого фильтра. Когда FIR-фильтр полностью устанавли-

вается после скачка, STDY становится активным и FIR-фильтр вновь переключается в петлю обработки. Переключение FIR в режим вычисления бегущего среднего происходит, когда разность между двумя отсчетами превышает 1 % от F.S. (полной шкалы).

FastStep полезен при последовательном сканировании каналов, когда пользователь не хочет ждать установления FIR-фильтра, чтобы зафиксировать выходной результат за время  $2 \times 1 / \text{выходная скорость обегания}$ . В режиме, когда  $\text{CHP} = 1$ ,  $\text{SKIP} = 0$ ,  $\text{FAST} = 1$ , время первого опроса составляет  $6 \times \text{SF} / \text{fмод}$ , а время последующих опросов  $3 \times \text{SF} / \text{fмод}$ . Пример частотно-временных характеристик АЦП в приведен в таблице В.5.

Таблица В.5 - Пример частотно-временных характеристик АЦП.

| Скорость опроса | F (-3dB) | Fstop   | SF  | FastStep: время установления кода | к-во бит выходного кода |
|-----------------|----------|---------|-----|-----------------------------------|-------------------------|
| 240 Гц          | 9,6 Гц   | 33,6 Гц | 423 | 8,23 мс (по первому опросу)       | 18                      |

## В.2 Некоторые технические замечания о работе АЦП AD7731

В.2.1 При одноразовых запусках MD2...MD0 0,1,0, AD7731BN возвращается в холостой режим в конце преобразования. Фильтр должен полностью установиться каждый раз перед обновлением регистра данных.

В.2.2 Если установлен  $\text{FAST} = 1$  и AD7731BN работает в режиме одноразового преобразования, он будет давать результаты преобразования на выходе до тех пор, пока STDY не будет равным "0".

В.2.3 Когда переключается аналоговый входной канал, RDY устанавливается в "1" и должно пройти время установления AD7731BN, прежде чем достоверное слово от следующего канала станет доступно в регистре данных (индицируется низким уровнем RDY).

В.2.4 При работе в CHP режиме, рекомендуется калибровать AD7731BN только один раз после включения питания или сброса, чтобы обеспечить оптимальные дрейфовые характеристики. Изменение в температуре не оказывает влияния на величины интегральной и дифференциальной нелинейностей.

