

Российская академия наук

Федеральное государственное унитарное предприятие  
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД НАУЧНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**  
со **Специальным конструкторским бюро**

42 2189

**МОДУЛЬ VME**  
**АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**  
**98010**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА.....	3
1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ .....	3
1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	4
СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ .....	5
1.3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА .....	6
1.3.1 Конструкция .....	6
1.3.2 Внешние подключения. Выбор напряжения питания датчика.....	8
1.3.3 Базовый адрес и модификатор адреса.....	9
1.3.4 Адресация регистров.....	10
1.3.5 Описание регистров.....	10
1.3.6 Алгоритм работы с модулем .....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Назначение контактов разъема магистрали VME.....	15

Настоящий документ КУНИ.687254.011РЭ предназначен для изучения принципа действия, устройства и работы модуля VME аналого-цифрового преобразователя 98010 (в дальнейшем – модуль 98010), правил обслуживания при эксплуатации и содержит сведения, необходимые для поддержания его в рабочем состоянии.

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 Назначение изделия

1.1.1 Модуль 98010 предназначен для измерения сигналов от 6 тензометрических или других датчиков, включенных по мостовой схеме и последующей передачи цифровых данных на магистраль VME.

1.1.2 Модуль 98010 при эксплуатации требует размещения в каркасе со встроенной VME магистралью и устройством электропитания (в крейте). Модуль 98010 занимает 1 позицию на магистрали VME. Ширина лицевой панели модуля 20 мм.

1.1.3 Модуль 98010 является модулем открытого типа 6U по ГОСТ 28601.3-90, выполнен на многослойной печатной плате размерами 233,35 мм x 160 мм.

1.1.4 Модуль 98010 предназначен для работы в отапливаемых помещениях с условиями эксплуатации указанными в таблице 1.

**Таблица 1 – Условия эксплуатации**

<b>Воздействующий фактор</b>	<b>Значение воздействующих факторов</b>	<b>Группа исполнения по ГОСТ 12997-84</b>
1 Диапазон температуры окружающего воздуха, °С	от 5 до 65	B4
2 Верхнее значение относительной влажности, %	80 при 35 °С и ниже без конденсации влаги	B4
3 Диапазон атмосферного давления, кПа	от 84 до 106,7	P1
4 Синусоидальная вибрация, Гц	от 10 до 55 при амплитуде смещения 0,35 мм	N2

1.1.5 Схемы питания датчиков обеспечивают напряжение питания 5В или 10В (выбирается переключками), с возможностью программного переключения полярности.

Ток питания датчиков – до 50 мА в каждом канале.

1.1.6 Аналого-цифровое преобразование в каждом канале выполняет микросхема двухканального 24-разрядного аналого-цифрового преобразователя AD7710 фирмы “Analog Devices”. Измерение полезного сигнала выполняется по первому каналу; по второму каналу измеряется напряжение питания датчика. Частота тактирования микросхем AD7710 в модуле (частота импульсов MCLK) равна 8 МГц; обмен данными с микросхемами AD7710 осуществляется на частоте 1МГц. Напряжение опорного сигнала АЦП – 2.5В.

Все измерительные каналы и цепи питания датчиков гальванически изолированы от магистрали VME.

1.1.7 По степени защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц до установки в крейт модуль 98010 является незащищенным – исполнение IP 00 по ГОСТ 14254-96.

## 1.2 Технические характеристики

### 1.2.1 Модуль имеет следующие характеристики:

- количество подключаемых датчиков – 6;
- разрядность преобразования – 24 бит или 16 бит (выбирается программно для каждого канала);
- коэффициент усиления в канале – 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 (выбирается программно для каждого канала);
- диапазон измерения входного сигнала при единичном коэффициенте усиления – от -2.5 В до +2.5 В или от 0 В до +2.5 В (выбирается программно для каждого канала);
- напряжения питания датчика подается на вход АЦП через делитель с коэффициентом деления 0,2 (точная настройка делителя осуществляется переменным многооборотным резистором);
- частота первого полюса фильтра нижних частот – от 7.812 Гц до 822.37 Гц (выбирается программно для каждого канала);
- время преобразования зависит от выбранной частоты фильтра и равно периоду, соответствующему первому полюсу режекции;
- номинальное напряжение питания датчиков 5 В или 10 В, с возможностью программного переключения полярности (напряжение питания одинаковое для всех каналов, выбирается переключками);
- тип модуля согласно спецификациям VME IEEE 1014 и IEC 821 подчиненный A16D16(O);
- адресное пространство, занимаемое модулем на шине VME – 256 байт;
- имеется возможность генерации прерывания по окончании цикла преобразования;
- поддержка источника прерывания ROAK с использованием одного из четырех прерываний IRQ1, IRQ2, IRQ3, IRQ4, IRQ5, IRQ6, IRQ7, IRQ8 шины VME;
- напряжение гальванической изоляции «входы / шина VME» – не менее 1000 В постоянного тока;
- питание от одного источника питания 5 В магистрали VME;
- потребляемая мощность – не более 12 Вт.

Точностные и шумовые характеристики каналов зависят от режима работы и соответствуют спецификации микросхемы AD7710 формы “Analog Devices”.

Состав изделия

Состав модуля 98010 должен соответствовать таблице 4.

Таблица 1

<b>Обозначение модификации модуля 98010</b>	<b>Наименование</b>	<b>Количество</b>
КУНИ.687254.011	Модуль VME аналого-цифрового преобразователя 98010	1
	Вилка D-Sub9 HARTING	6
	Кожух D-Sub HARTING	6
	Винт D-Sub HARTING	12
КУНИ.687254.011РЭ	Руководство по эксплуатации	1
КУНИ.687254.011ПС	Паспорт	1

## 1.3 Устройство и работа

### 1.3.1 Конструкция

Модуль 98010 конструктивно является модулем открытого типа 6U. Внешний вид модуля соответствует рисункам 1 и 2.

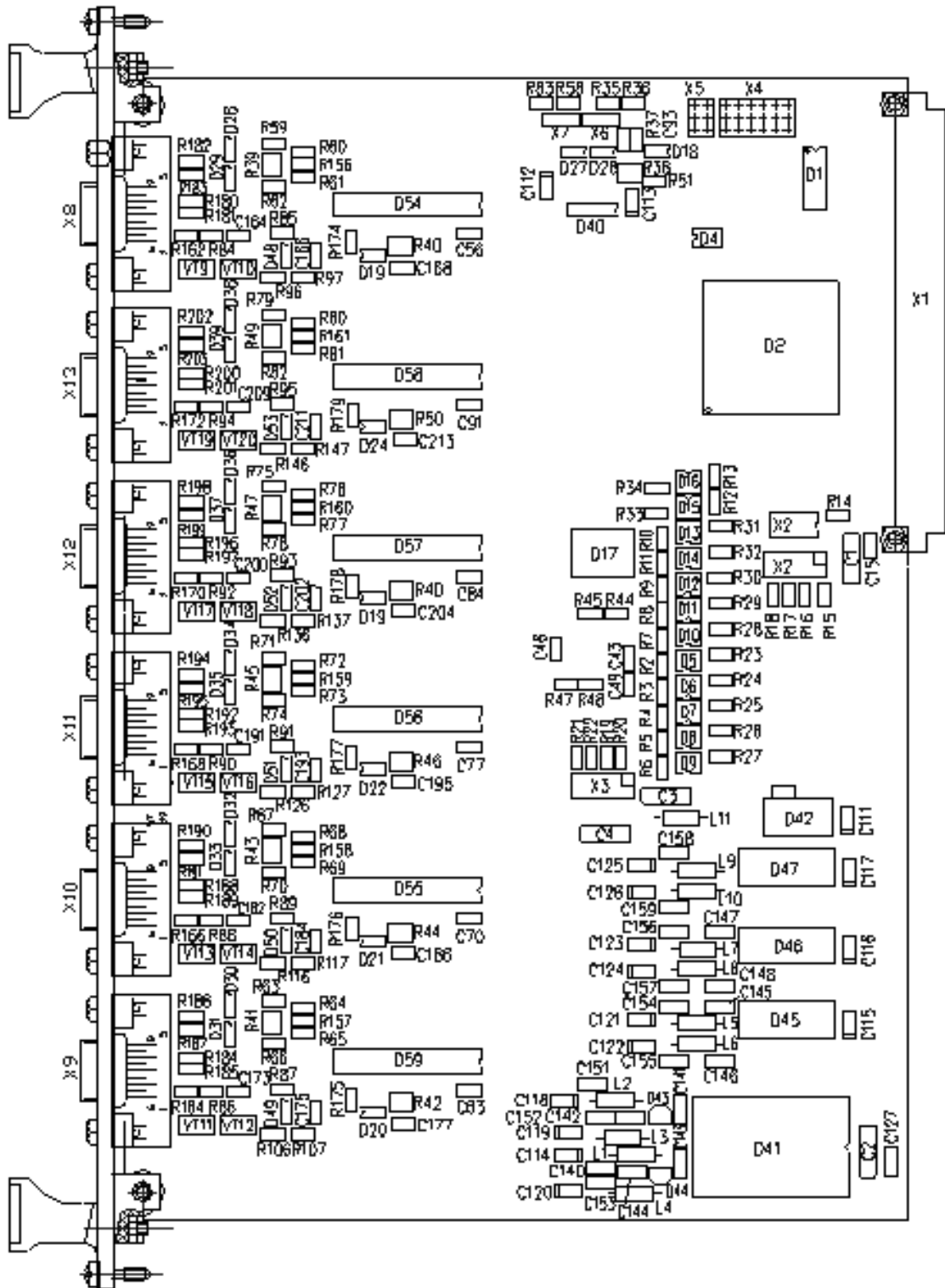
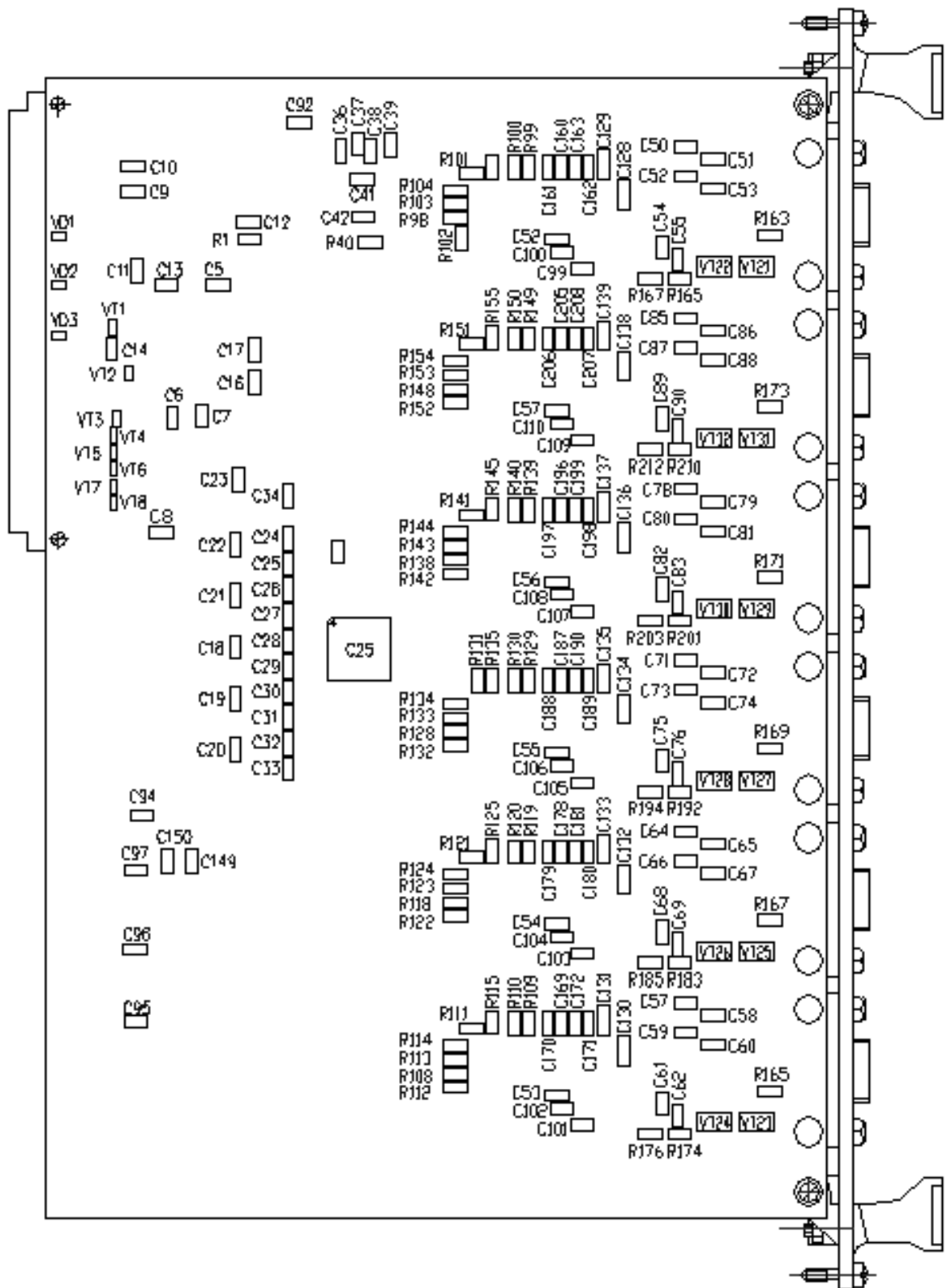


Рисунок 1 – Сторона установки элементов



**Рисунок 2 – Сторона пайки**

На лицевой панели модуля для подачи входных аналоговых сигналов предусмотрены шесть разъемов D-Sub. Все элементы модуля 98010 расположены на одной печатной плате, имеющей 96-контактный разъем для подключения модуля к магистрали VME.

### 1.3.2 Внешние подключения. Выбор напряжения питания датчика.

Подключение датчиков к модулю осуществляется через шесть 9-контактных розеток DSUB, расположенных на передней панели модуля. Каждому каналу модуля соответствует свой разъем. Назначение контактов каждого из разъемов приведено в таблице 2.

Таблица 2

Контакт	Цепь
1	Общий
2	Питание датчика, выход 1
3	Питание датчика, вход обратной связи 1
4	Вход АЦП, канал 1+
5	Вход АЦП, канал 2-
6	Питание датчика, выход 2
7	Питание датчика, вход обратной связи 2
8	Вход АЦП, канал 1+
9	Вход АЦП, канал 2-

Входы канала 1 АЦП каждой микросхемы AD7710 выведены на разъем непосредственно, через RC-цепочку 300 Ом, 1000 пФ. Этот канал предназначен для измерения сигнала в диагонали моста. Входы канала 2 АЦП буферированы; кроме того, в этом канале сигнал ослабляется в 2 раза. Этот канал предназначен для измерения напряжения питания моста.

Питание датчиков осуществляется по четырехпроводной схеме. Напряжение питания датчиков (5В или 10В) выбирается переключателем в соответствии с рисунком.

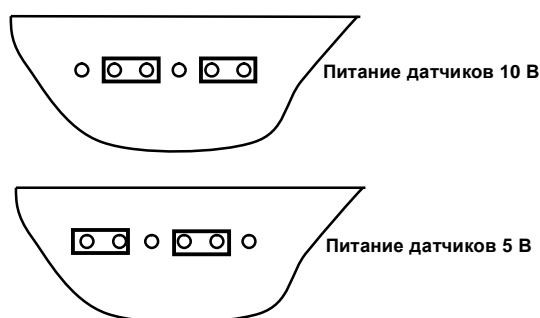


Рисунок 3 Выбор напряжения питания датчиков.

Схема подключения датчика показана на следующем рисунке.

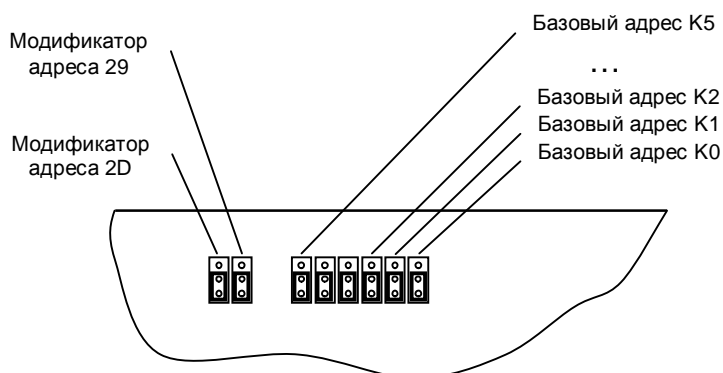




**Рисунок 4** Схема подключения датчика.

### 1.3.3 Базовый адрес и модификатор адреса

Базовый адрес модуля 98010 определяется установкой перемычек. Перемычками выбирается также тип доступа к модулю: непривилегированный (соответствует модификатору адреса «0x29») или супервизорный (соответствует модификатору адреса «0x2D»).



**Рисунок 5– Установка базового адреса и модификатора адреса при помощи перемычек на плате**

Каждая перемычка в соответствии с рисунком 5 может находиться в двух положениях – верхнем или нижнем. Положение перемычек определяет шестнадцатиричный базовый адрес:

$$BA = (K_5 \cdot 2^5 + K_4 \cdot 2^4 + K_3 \cdot 2^3 + K_2 \cdot 2^2 + K_1 \cdot 2 + K_0) \cdot 0x100 \quad (1)$$

Здесь коэффициенты  $K_5, \dots, K_0$ , равные «0» или «1», определяются положением соответствующих перемычек. Верхнему положению перемычки соответствует «1», нижнему – «0».

Для модификатора адреса верхнее положение перемычки разрешает модулю 98010 отвечать на соответствующие обращения, нижнее – запрещает.

### 1.3.4 Адресация регистров

Адреса регистров модуля 98010 вычисляются суммированием базового адреса и «внутреннего» адреса, приведенного в таблице 6. Для простоты изложения, далее предполагается, что базовый адрес равен нулю, и различия между адресом на шине VME и «внутренними» адресами регистров не делается.

Таблица 3 - Адресация регистров модуля

Регистр	Тип доступа	Формат	Адрес	Название
<b>DATA0</b>	R/W	word, byte	0x0	Регистр данных, разряды 23 ... 8
<b>DATA1</b>	R/W	byte	0x3	Регистр данных, разряды 7 ... 0
<b>CTRL</b>	R/W	word, byte	0x4	Регистр управления модуля
<b>INTERRUPT</b>	R/W	byte	0x89	Регистр прерываний

### 1.3.5 Описание регистров

Модуль 98010 использует 6 микросхем AD7710, по одной в каждом измерительном канале модуля, для выполнения аналого-цифрового преобразования.

Микросхема AD7710 представляет собой двухканальный аналого-цифровой преобразователь сигма-дельта, который имеет множество настроек. Разрядность преобразования может быть выбрана равной 16 или 24; коэффициент усиления выбирается в диапазоне от 1 до 128; микросхема может быть настроена на работу с униполярным или биполярным сигналом; предусмотрены внутренняя калибровка и системная калибровка; возможен выбор частоты режекции встроенного цифрового фильтра. Микросхема AD7710 имеет сложную внутреннюю организацию, включающую регистры данных для хранения результата преобразования, и регистр управления, через который осуществляется выбор режимов работы. Доступ к внутренним регистрам микросхемы осуществляется через последовательный интерфейс.

Необходимо различать регистры микросхем AD7710, и регистры модуля 98010.

#### 1.3.5.1 Регистр управления микросхемы AD7710.

Конфигурирование микросхемы AD7710 осуществляется через ее регистр управления, имеющий 24 разряда. Назначение бит регистра управления микросхемы AD7710 приведено ниже.

<b>MD2</b>	<b>MD1</b>	<b>MD0</b>	<b>G2</b>	<b>G1</b>	<b>G0</b>	<b>CH</b>	<b>PD</b>	<b>WL</b>	<b>IO</b>	<b>BO</b>	<b>B/U</b>
23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
<b>FS11</b>	<b>FS10</b>	<b>FS9</b>	<b>FS8</b>	<b>FS7</b>	<b>FS6</b>	<b>FS5</b>	<b>FS4</b>	<b>FS3</b>	<b>FS2</b>	<b>FS1</b>	<b>FS0</b>
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

**MD2 ... MD0** – режим работы, определяется в соответствии со следующей таблицей.

Таблица 4

Режим			Описание
MD2	MD1	MD0	
0	0	0	Нормальный режим
0	0	1	Внутренняя калибровка нуля и полной шкалы по $V_{REF}$ .
0	1	0	1-ая ступень системной калибровки (калибровка нуля по внешнему сигналу).
0	1	1	2-ая ступень системной калибровки (калибровка полной шкалы по внешнему сигналу).
1	0	0	Системная калибровка нуля (по внешнему сигналу) и внутренняя калибровка полной шкалы (по $V_{REF}$ ).
1	0	1	Активизировать фоновую калибровку.
1	1	0	Чтение или запись калибровки нуля.
1	1	1	Чтение или запись калибровки полной шкалы.

**G2 ... G0** – усиление.

Таблица 5

G2	G1	G0	Коэффициент усиления
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

**CH** – выбор канала.

**PD** – выключение питания (PD=1), нормальная работа (PD=0).

**WL** – разрядность преобразования (WL= 0 -16 бит, WL = 1 – 24 бит).

**IO** – ток компенсации (0 – выключен, 1 – включен).

**BO** – проверка работоспособности канала (0 – выключена, 1 – включена).

**V/U** – биполярный или униполярный входной сигнал (0 – биполярный, 1- униполярный).

**FS11 ... FS0** – выбор частоты режекции фильтра. Первая частота режекции фильтра определяется по формуле  $f_{CLR}/512/code$ . Здесь  $f_{CLR}$  - частота сигнала тактирования (8МГц). Код *code* должен находиться в диапазоне от 19 до 2000 (числа десятичные).

### 1.3.5.2 Назначение регистров модуля.

Регистр данных DATA0 (0x0), DATA1 (0x3).

D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12
23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Регистры данных **DATA0**, **DATA1** служат для обмена данными с 24-разрядными регистрами выбранной микросхемой ADD7710. Через него выполняются запись и чтение регистра управления и регистра данных микросхемы. Регистр **DATA0** поддерживает операции со словами и с байтами. Младший байт регистра **DATA0** доступен по адресу **0x1**, старший – по адресу **0x2**.

Регистр управления модуля **CTRL** (0x4).

Регистр управления модуля CTRL выполняет следующие функции:

- 1) выбор одной из шести микросхем ADD7710 для обмена данными;
- 2) управление обменом данными с выбранной микросхемой ADD7710;
- 3) переключение полярности питания датчиков (общее для всех каналов);
- 4) проверка завершения цикла преобразования и готовности АЦП к обмену данными.

Регистр управления поддерживает операции со словами и байтами. Младший байт регистра **CTRL** доступен по адресу **0x3**, старший – по адресу **0x4**. Сигналы, управление которыми осуществляется через старший байт регистра, относятся к выбранному каналу.

SYNC	SW	A0	!ADC RDY	SPIRDY	--	AS2	AS1	AS0	TX start	RX start
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

**!ADC\_RDY** – готовность результата преобразования по выбранному каналу («1» - выполнение преобразования, «0» - АЦП готов к следующему циклу преобразования, бит только читается);

**SINC** – приведение цифрового фильтра АЦЦ в исходное состояние (сигнал общий для всех каналов);

**SW** – полярность питания датчиков (сигнал общий для всех каналов);

**AS2 ... AS0** – выбор канала 0..5;

**SPI\_RDY** – готовность микросхемы АЦП выбранного канала к обмену данными («1» - интерфейс готов к пересылке новых данных, «0» - идет пересылка, бит только читается);

**A0** – выбор регистра управления ( $A0 = 0$ ) или регистра данных ( $A0 = 1$ ) для АЦП выбранного канала;

**TX\_start** – запуск цикла передачи данных в АЦП по выбранному каналу;

**RX\_start** – запуск цикла приема данных из АЦП по выбранному каналу.

Разряды 11.. 15 регистра управления не используются (читаются как нули).

Регистр прерываний **INTERRUPT** (0x89).

Модуль способен генерировать запрос прерывания по окончании цикла преобразования по выбранному каналу. Триггер запроса прерывания сбрасывается в цикле подтверждения прерывания (реализуется механизм ROAK). В цикле подтверждения прерывания модуль выставляет на шину данных байт «STATUS ID», соответствующий своему базовому адресу.

Регистр прерываний позволяет управлять сигналом запроса прерывания модуля. Он обеспечивает разрешение или запрещение прерывания, выбора уровня прерывания шины VME и контроль наличия запроса на прерывание.

<b>IRQ</b>	<b>MASK</b>	--	--	--	<b>L2</b>	<b>L1</b>	<b>L0</b>
7	6	5	4	3	2	1	0

**IRQ** – запрос прерывания модуля;

**MASK** – разрешение (**MASK** = 1) или запрещение (**MASK** = 0) генерации модулем запроса прерывания;

**L2 ... L0** – код уровня прерывания VME шины, **IRQ7 ... IRQ1**. Нулевой код запрещает генерацию запроса прерывания.

Неиспользованные разряды регистра читаются как нули.

### 1.3.6 Алгоритм работы с модулем

#### 1.3.6.1 Инициализация.

Подготовка к работе

1) Записать по адресам **0x0** и **0x3** (регистры **DATA0**, **DATA1**) конфигурационную информацию АЦП (коэффициент усиления, частота режекции цифрового фильтра и другие в соответствии с описанием регистра управления микросхемы AD7710). Разряды 23 ... 21 регистра данных **DATA0**, соответствующие разрядам **MD2 ... MD0** регистра управления микросхемы, должны быть установлены в нуль, чтобы обеспечить нормальную работу модуля.

б) Записать в регистр управления модуля **CTRL** слово:

**AS2 ... AS0** – номер канала; **A0** = 0; **TX\_start** = 1; **RX\_start** = 0. Остальные разряды могут быть выбраны произвольно в соответствии с их описанием.

в) После записи в регистр управления модуля будет запущен цикл пересылки данных в регистр управления микросхемы AD7710 выбранного канала. Необходимо подождать завершения цикла передачи данных, читая разряд **SPI\_RDY** регистра управления модуля. Во время передачи данных по этому разряду читается 0, а после завершения – 1.

г) Повторить предыдущие действия для всех каналов модуля.

Внутренняя калибровка

1) Записать по адресам **0x0** и **0x3** (регистры **DATA0**, **DATA1**) конфигурационную информацию АЦП (коэффициент усиления, частота режекции цифрового фильтра и другие в соответствии с описанием регистра управления микросхемы AD7710).

Разряды 23 ... 21 регистра данных **DATA0**, соответствующие разрядам регистра управления **MD2 ... MD0**, должны быть установлены как 001 для запуска цикла внутренней калибровки.

2) Записать в регистр управления модуля **CTRL** слово:

**AS2 ... AS0** – номер канала; **A0** = 0; **TX\_start** = 1; **RX\_start** = 0. Остальные разряды могут быть выбраны произвольно в соответствии с их описанием.

3) После записи в регистр управления модуля будет запущен цикл пересылки данных в регистр управления микросхемы AD7710 выбранного канала, после чего запустится цикл калибровки. Необходимо дождаться начала и окончания цикла калибровки, читая разряд **ADC\_RDY** регистра управления модуля. Во время цикла калибровки по этому разряду читается 0, а после завершения – 1.

4) Повторить предыдущие действия для других каналов модуля.

Чтение данных по выбранному каналу

1) Записать в регистр управления модуля **CTRL** слово:

**AS2 ... AS0** – номер канала; **A0** = 1; **TX\_start** = 0; **RX\_start** = 0. Остальные разряды должны сохранять свое предыдущее значение.

2) Убедиться, что цикл преобразования АЦП по выбранному каналу закончен, читая разряд **ADC\_RDY** регистра управления модуля. Во время цикла преобразования по этому разряду читается 1, после завершения – 0.

3) Записать в регистр управления модуля **CTRL** слово:

**AS2 ... AS0** – номер канала; **A0** = 1; **TX\_start** = 0; **RX\_start** = 1. Остальные разряды должны сохранять свое предыдущее значение.

4) После записи в регистр управления модуля будет запущен цикл пересылки данных из регистра данных микросхемы AD7710 выбранного канала в регистры **DATA0, DATA1**. Необходимо подождать завершения цикла передачи данных, читая разряд **SPI\_RDY** регистра управления модуля. Во время передачи данных по этому разряду читается 0, а после завершения – 1.

д) Прочитать результат преобразования в регистрах **DATA0, DATA1**.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)  
Назначение контактов разъема магистрали VME.

Таблица А. 1 –

Контакт	Цепь	Контакт	Цепь	Контакт	Цепь
A1	D00	B1	-	C1	-
A2	D01	B2	-	C2	-
A3	D02	B3	-	C3	-
A4	D03	B4	-	C4	-
A5	D04	B5	-	C5	-
A6	D05	B6	-	C6	-
A7	D06	B7	-	C7	-
A8	D07	B8	-	C8	-
A9	GND	B9	-	C9	GND
A10	SYSCLK	B10	-	C10	-
A11	GND	B11	-	C11	-
A12	DS1	B12	-	C12	SYSRESET
A13	DS2	B13	-	C13	LWORD
A14	WRITE	B14	-	C14	AM5
A15	GND	B15	-	C15	-
A16	DTACK	B16	AM0	C16	-
A17	GND	B17	AM1	C17	-
A18	AS	B18	AM2	C18	-
A19	GND	B19	AM3	C19	-
A20	IACK	B20	GND	C20	-
A21	IACKIN	B21	-	C21	-
A22	IACKOUT	B22	-	C22	-
A23	AM4	B23	GND	C23	A15
A24	A07	B24	-	C24	A14
A25	A06	B25	-	C25	A13
A26	A05	B26	-	C26	A12
A27	A04	B27	IRQ4	C27	A11
A28	A03	B28	IRQ3	C28	A10
A29	A02	B29	IRQ2	C29	A09
A30	A01	B30	IRQ1	C30	A08
A31	-	B31	-	C31	-
A32	VCC	B32	VCC	C32	VCC