

# **МОДУЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕНЗОСИГНАЛА**

**«ПТЦ – 002»**

**Инструкция по эксплуатации**



**версия программного  
обеспечения 1.04**

# 1. Назначение

1. Модуль преобразования тензосигнала «ПТЦ-002» (далее «модуль») предназначен для следующих целей:
  - 1) Преобразование тензосигнала в цифровой код;
  - 2) Дозирование компонента по заданному весу, управление однокомпонентным дозатором;
  - 3) Производить счёт осуществлённых отвесов и суммирование массы отгруженного материала;
  - 4) Осуществлять обмен информацией с другими устройствами по каналу обмена данными RS-485.
2. Модуль может быть использован в различных отраслях промышленности, связанных с дозированием компонентов, измерением веса или силы при помощи тензометрических датчиков.

# 2. Технические характеристики

Напряжение питания тензопреобразователя, постоянное, В	от 4,75 до 5,25
Тип подключаемого первичного преобразователя	тензорезисторный
Тип линии связи с первичным преобразователем	четырёх или шести-проводный
Тип аналого-цифрового преобразователя	Сигма-дельта АЦП
Количество каналов АЦП	2
Время переключения между каналами АЦП	До 3 сек
Количество гальванически изолированных дискретных выходов	4
Количество гальванически изолированных дискретных входов	2
Общее питание модуля	гальванически изолировано
Максимальное пробивное напряжение гальванической изоляции, В	1000
Входное, питающее модуль напряжение, постоянное, В	24 ± 5%)
Входной, питающий модуль ток, не более, мА	90
Потребляемая модулем электрическая мощность, Вт, не более	2
Подаваемое напряжение на дискретные выходы, постоянное, В	24
Ток дискретного выхода, не более, мА	100

### 3. Комплектность

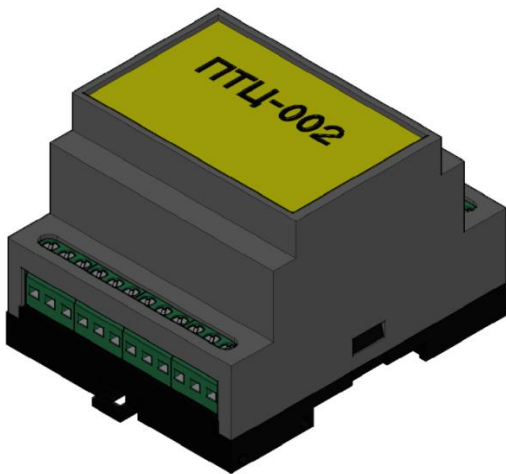
1	Прибор весоизмерительный «ПТЦ – 002», шт.	1
2	Руководство по эксплуатации, экз.	1

### 4. Указание мер безопасности

4.1. К работе с контроллером допускаются лица, изучившие данное руководство и имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III. Эксплуатация должна осуществляться по правилам, соответствующим «Единым правилам эксплуатации электроустановок-потребителей».

### 5. Подготовка к работе

5.1. На рис. 1 изображен внешний вид преобразователя



**Рис.1 Преобразователь ПТЦ**

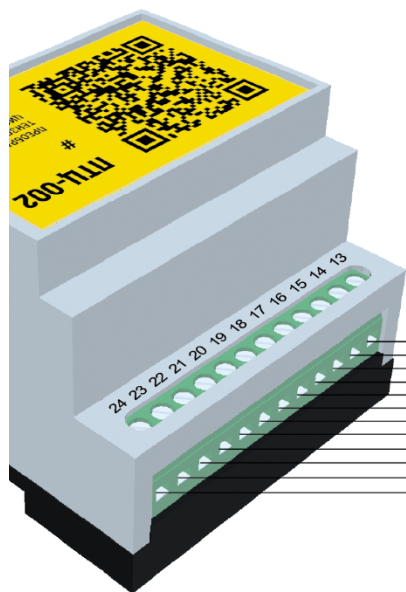
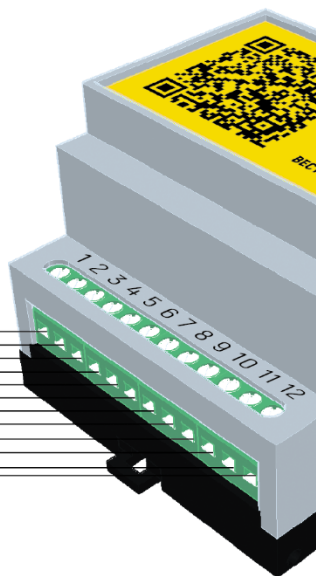
5.2. Подготовка преобразователя к работе осуществляется следующим образом:

- Подсоедините выключенный внешний источник напряжения к клеммам питания преобразователя (см. табл.1);
- Подсоедините тензодатчик к входным клеммам преобразователя (стр.4);
- Подсоедините RS-485 к клеммам интерфейса преобразователя (стр.4);
- При необходимости подсоедините дискретные входы и выходы преобразователя (стр.4).

5.3 Включите внешний источник напряжения.

5.4 Запрещается подключение и отключение кабелей к клеммам при включенном внешнем источнике напряжения.

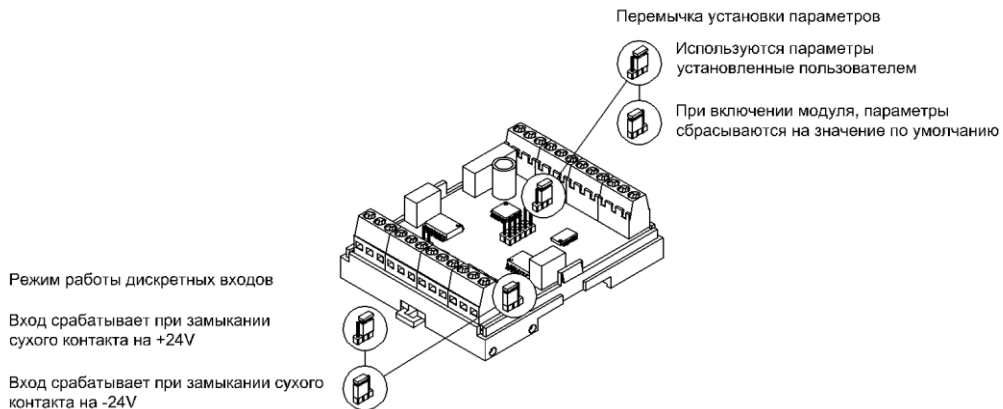
- 1) A485     Интерфейс RS-485 (A)
- 2) B485     Интерфейс RS-485 (B)
- 3) GND485  Интерфейс RS-485 (Общий)
- 4) GWG485  Интерфейс RS-485 (Заземление)
- 5) IN1      Дискретный вход 1 (Запуск дозирования)
- 6) IN2      Дискретный вход 2 (Запуск выгрузки)
- 7) OUT1     Дискретный выход 1 Бункер пуст / тара установлена
- 8) OUT2     Дискретный выход 2 (Дозирование грубо)
- 9) OUT3     Дискретный выход 3 (Дозирование точно)
- 10) OUT4    Дискретный выход 4 (Выгрузка)
- 11) -PWRio  Внешнее питание дискретных входов/выходов (-24В)
- 12) +PWRio  Внешнее питание дискретных входов/выходов (+24В)



- 13) -PWR     Питание преобразователя -24В
- 14) +PWR     Питание преобразователя +24В
- 15) -SENSE1  1 Вход обратной связи АЦП -
- 16) +SENSE1  1 Вход обратной связи АЦП +
- 17) -SIG2     Вход канала 2 АЦП -
- 18) +SIG2     Вход канала 2 АЦП +
- 19) -SIG1     Вход канала 1 АЦП -
- 20) +SIG1     Вход канала 1 АЦП +
- 21) -SENSE2  2 Вход обратной связи АЦП -
- 22) +SENSE2  2 Вход обратной связи АЦП +
- 23) -EXC      Выход на питание тензодатчика -
- 24) +EXC      Выход на питание тензодатчика +

5.5 На плате модуля «ПТЦ-002» есть две переключки, первая - переключает режим работы с параметрами, вторая - управляет режимом работы дискретных входов.

При необходимости изменения положения переключек, отключите питание прибора, снимите крышку и задайте необходимое положение.



## 6. Использование модуля «ПТЦ-002» для измерения сигнала тензодатчика

Модуль «ПТЦ-002» может быть использован для проведения прецизионных измерений значения сигналов от тензодатчиков. Для этой цели в модуле использован малошумящий сигма-дельта аналого-цифровой преобразователь (далее АЦП), с низким уровнем собственных шумов, благодаря чему можно получать данные о сигналах малой амплитуды.

Частота дискретизации (частота взятия отчетов непрерывного по времени сигнала) может варьироваться от 4,7 Гц до 4,8 кГц.

### 6.1. Подключение тензодатчика.

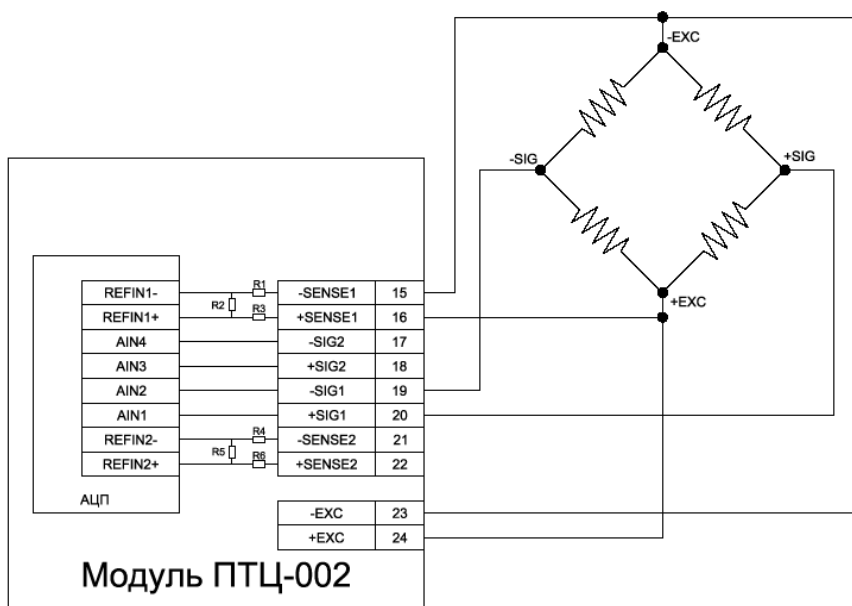


Рис. 2 Подключение тензодатчика.

На рисунке 2 показана коммуникация между АЦП и тензодатчиком организованная в модуле «ПТЦ-002». Как видно в качестве опорного напряжения в АЦП используется напряжение питания тензодатчика (в случае четырехпроводного датчика) или напряжение обратной связи датчика (для шестипроводного), пропущенное через П-образный делитель.

На рисунке 2 не показаны аппаратные сглаживающие фильтры на каждом из аналоговых входов.

Выходы +ЕХС и –ЕХС генерируют стабилизированное напряжение номиналом 5В для возбуждения мостового тензодатчика. При подключении напряжения питания на мостовую схему датчика на его выходах –SIG и +SIG формируется напряжение, прямо пропорциональное приложенной к датчику нагрузке.

При напряжении 5 вольт, и чувствительности тензодатчика 2мВ/В, диапазон напряжения на сигнальном выходе датчика составит от 0 до 10 мВ.

После подключения тензодатчика к прибору необходимо записать в модуль соответствующее значение в регистр номер 92, задающий источники сигнала и опорного напряжения для АЦП.

Старший байт этого регистра определяет входы модуля «ПТЦ - 002», к которым подключен сигнал тензодатчика, а младший - входы к которым подключено опорное напряжение АЦП.

Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение						
referencelInput	92 (unsigned char) Младший байт регистра	Источник опорного напряжения						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Знач.</th> <th>Сигнальный вход</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>0</b></td> <td><b>SENSE1 (по умолчанию)</b></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>SENSE2</td> </tr> </tbody> </table>	Знач.	Сигнальный вход	<b>0</b>	<b>SENSE1 (по умолчанию)</b>	1	SENSE2
		Знач.	Сигнальный вход					
<b>0</b>	<b>SENSE1 (по умолчанию)</b>							
1	SENSE2							
channellInput	92 (unsigned char) Старший байт регистра	Источник сигнального напряжения						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Знач.</th> <th>Вход опорного напряжения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>0</b></td> <td><b>SIG1 (по умолчанию)</b></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>SIG2</td> </tr> </tbody> </table>	Знач.	Вход опорного напряжения	<b>0</b>	<b>SIG1 (по умолчанию)</b>	1	SIG2
		Знач.	Вход опорного напряжения					
<b>0</b>	<b>SIG1 (по умолчанию)</b>							
1	SIG2							

## 6.2. Настройка АЦП на преобразование входного сигнала.

После подключения источника измеряемого сигнала к модулю ПТЦ и настройки подключения, необходимо установить ряд параметров АЦП, необходимых для настройки корректного преобразования напряжения на входе в цифровой код.

При помощи записи значений в регистр 94, можно задать полярность входного сигнала, а также включать и отключать входной буфер на аналоговых входах.

Запись младшего байта в регистре 94 управляет буфером входного сигнала. При записи значения 0x00, аналоговые входы АЦП не буферизуются, что снижает энергопотребление устройства. Если он установлен, аналоговые входы буферизуются, что позволяет использовать высокоимпедансные сигналы на входе прибора. При отключенном буфере напряжение на линиях аналогового входа АЦП может составлять от -50 мВ до 2.5В + 50 мВ. Когда буфер включен, напряжение аналогового питания АЦП может варьироваться -250 мВ до 2.5В + 250 мВ.

Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
inputBuffer	188 (unsigned char) Младший байт регистра	Буфер входного сигнала
		Знач. байта
		0 Буфер выключен 1 <b>Буфер включен (по умолчанию)</b>
signalPolarity	189 (unsigned char) Старший байт регистра	Полярность сигнального напряжения
		Знач. байта
		0 <b>Биполярный режим (по умолчанию)</b> 1 Униполярный режим

### 6.3. Калибровка модуля ПТЦ-002 для измерения веса.

Принцип работы АЦП построен на преобразовании аналогового входного сигнала в цифровое значение. Для этого в сигма-дельта АЦП входными данными являются уровень напряжения входного сигнала и опорное напряжение. После включения модуля, АЦП начинает непрерывно производить преобразования с заданной частотой и записывать результаты в 17 и 18 регистры.

Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
adcCode	17-18 (unsigned long)	Результат преобразования АЦП

Пример запроса значения кода АЦП из регистров 17 и 18.

Запрос		Ответ	
Поле	Hex		Hex
Адрес устройства	01	Адрес устройства	01
Функция	03	Функция	03
Адрес регистра (ст.)	00	Кол-во байт	04
Адрес регистра (мл.)	11	Значение регистра 17 (ст)	33
Кол-во регистров (ст.)	00	Значение регистра 17 (мл)	C4
Кол-во регистров (мл.)	02	Значение регистра 18 (ст)	00
Контрольная сумма (ст.)	94	Значение регистра 18 (мл)	3C
Контрольная сумма (мл.)	0E	Контрольная сумма (ст.)	B4
		Контрольная сумма (мл.)	9B

В результате полученный код равен 0x003C33C4 в шестнадцатеричной форме, или 3945412 в десятичной.

Это значение прямо пропорционально изменению нагрузки на тензодатчик, но не равно ему, для того чтобы не приходилось каждый раз самостоятельно пересчитывать значения кода в значение веса, необходимо провести процедуру калибровки.



Расчет веса из кода АЦП производится по формуле:

$$W_{\text{текущий}} = (\text{adcCode}_{\text{Текущий}} - \text{zeroCodeShift}) * \text{calibrateCoefficient}$$

Где  $W_{\text{текущий}}$  - текущий вес,  $\text{adcCode}_{\text{Текущий}}$  – текущий код ацп,  $\text{zeroCodeShift}$  – код соответствующий нулевому весу (весу разгруженной весовой системы),  $\text{calibrateCoefficient}$  – калибровочный коэффициент.

Для того, чтобы модуль «ПТЦ-002» мог самостоятельно вычислять значение веса, нагруженного на весоизмерительную систему, необходимо рассчитать и записать значения кода АЦП соответствующий нулевому весу и калибровочный коэффициент.

### **6.3.1. Определение и запись кода АЦП соответствующего нулевому весу.**

Для проведения первого шага калибровки, освободите вашу весоизмерительную систему от лишних грузов. Датчик должен быть нагружен только грузоприемным механизмом, например, бункером или платформой.

Проведите считывание кода АЦП, для большей точности рекомендуем калиброваться кодом АЦП из 21-22 регистров, прошедшим дополнительную фильтрацию. Как настроить фильтры будет рассмотрено ниже.

После считывания кода АЦП, запишите его в регистры 103 и 104, где хранится значение кода АЦП для нулевого веса.

Также можно воспользоваться командой обнуления веса (см. 8.2.1.).

### **6.3.2. Определение и запись калибровочного коэффициента.**

Переместите груз, вес которого заранее известен: например, 300кг.

*Обратите внимание, что калибровочный вес вместе с весом грузоприемного устройства не должен превышать предельно допустимую нагрузку на тензодатчик.*

После установки калибровочного веса, считайте значения кода АЦП.

Значение калибровочного коэффициента рассчитывается по формуле:

$$\text{calibrateCoefficient} = W_{\text{калибровки}} / (\text{adcCode}_{\text{Калибровки}} - \text{zeroCodeShift})$$

где  $W_{\text{калибровки}}$  – значение калибровочного веса,  $\text{adcCode}_{\text{Калибровки}}$  – код АЦП после нагрузки весов калибровочным весом.

Предположим, что значение кода АЦП нулевого веса равно 3945412, а значение кода АЦП под калибровочным весом 8054103, а калибровочный вес 300кг.

$$\text{Тогда } \text{calibrateCoefficient} = 300 / (8054103 - 3945412) = 7,301 * 10^{-5}$$

### **6.4. Значение веса и значение форматированного веса.**

Результат преобразования кода АЦП в вес, заносится в регистры 0 и 1, и может быть считан оттуда командой 0x03.

Помимо этого, модуль «ПТЦ-002» создает значение форматированного веса, в котором оставляет заданное количество разрядов после запятой и приводит к заданной дискретности отображения. Это значение может быть считано из регистров 2 и 3.

Значение количества разрядов после запятой и дискретность находится в регистре 105.

Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение																				
weightDiscretness	105 (unsigned char) Младший байт регистра	Дискретность веса <table border="1" data-bbox="602 347 1023 671"> <thead> <tr> <th>Знач. байта</th> <th>Дискретность</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>3</td><td>10</td></tr> <tr><td>4</td><td>20</td></tr> <tr><td>5</td><td>50</td></tr> <tr><td>6</td><td>100</td></tr> <tr><td>7</td><td>200</td></tr> <tr><td>8</td><td>500</td></tr> </tbody> </table>	Знач. байта	Дискретность	0	1	1	2	2	5	3	10	4	20	5	50	6	100	7	200	8	500
			Знач. байта	Дискретность																		
			0	1																		
			1	2																		
			2	5																		
			3	10																		
			4	20																		
			5	50																		
			6	100																		
			7	200																		
8	500																					
weightDecimalDigit	105 (unsigned char) Старший байт регистра	Количество знаков после запятой От 0 до 2																				

Рассмотрим работу форматирования.

Например, в результате преобразования мы получили вес равный 19,067. И задали значение дискретности 5, и количество знаков после запятой 1.

Сначала значение округляется до 1 знака после запятой, получится вес 19,1.

Затем последний знак приводится к заданной дискретности, т.е. в случае со значением 5, в последнем знаке может быть или 0, или 5. Округлив последний знак до ближайшего значения из ряда 0 и 5, получим значение веса 19,0. Именно это число будет храниться в регистрах форматированного веса, под номерами 2 и 3.

При значении дискретности 2, значение последнего разряда веса будет округляться до значения из ряда 0,2,4,6,8.

## 6.5. Частота опроса и фильтрация входного сигнала.

Модуль «ПТЦ-002» имеет многоуровневую систему обработки входного сигнала, для улучшения точности измерения. Она состоит из сглаживающего RC-фильтра между входом модуля и входом АЦП, аппаратные фильтры АЦП и программные фильтры модуля. Также АЦП позволяет устанавливать широкий диапазон частоты преобразования сигнала (частота дискретизации).

### 6.5.1. Частота опроса АЦП (дискретизации).

Это значение определяет с какой периодичностью АЦП будет получать данные о входном сигнале и передавать его для дальнейшей обработки программы модуля.

Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
filterOutputDataRate	91 (unsigned int)	Частота дискретизации АЦП

Частота дискретизации, как и коэффициент усиления сигнала, определяет уровень «шума» обработанного сигнала. Чем выше частота, тем больше «шума» и хуже точность.

- 1) Когда чоппинг (см. далее) отключен, скорость вывода данных равна –

$$\text{Частота дискретизации АЦП} = (f_{\text{mod}}/64) / \text{filterOutputDataRate},$$

где filterOutputDataRate должно принимать значения в диапазоне от 1 до 1023, а fmod-частота модулятора, равная MCLK/16. В модуле ПТЦ-002 используется частота тактирования 4,92 МГц, при которой частота дискретизации выходных данных может принимать значения от 4,69 Гц до 4,8 кГц.

При отключенном чоппинге частота режекции синк-фильтра (см. далее) равна частоте опроса АЦП.

- 2) Когда чоппинг включен, скорость вывода данных будет определяться по формуле

$$\text{Частота дискретизации АЦП} = (f_{\text{mod}} / 64) / (N \times \text{filterOutputDataRate}),$$

Fmod - это частота внутреннего модулятора, которая равна MCLK / 16, При номинальном MCLK 4,92 МГц скорость преобразования будет от 4,69/N Hz до 4,8/N кГц, где N-порядок sinc фильтра (см. далее). Частота среза sinc-фильтра равна N × Частота дискретизации АЦП, а чоппинг запускает режекцию на нечетных вычислениях (Частота дискретизации АЦП / 2).

## 6.5.2 Внутренние фильтры АЦП.

Модуль ПТЦ-002, позволяет управлять встроенными фильтрами АЦП, как было рассмотрено выше, эти фильтры влияют на частоту получения данных измерения и на точность.

Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
filterSinc3	89 (unsigned char) старший байт регистра	Sinc3 фильтр
		Знач. байта
		0 Синк фильтр четвертого порядка (по умолчанию)
1 Синк фильтр третьего порядка		

filterRej60	90 (unsigned char) младший байт регистра	Фильтр на частоте режекции 60 Гц
filterChop	90 (unsigned char) Старший байт регистра	Chop фильтр (чоппинг)

### 6.5.2.1 Sinc-фильтр.

Sinc-фильтр — идеальный электронный фильтр для обработки сигнала тензодатчика. В АЦП модуля ПТЦ-002 возможно использовать встроенные синк фильтры 3 или 4 порядка, причем фильтр 4-ого порядка используется по умолчанию.

Преимущество фильтра  $\text{sinc}^3$  по сравнению с фильтром  $\text{sinc}^4$  заключается в меньшем времени установления кода, при отключении чоппинга. При определенной частоте опроса входного сигнала, фильтр  $\text{sinc}^3$  имеет время установления  $3/(\text{Частота дискретизации АЦП})$ , в то время как фильтр  $\text{sinc}^4$  имеет время установления  $4/(\text{Частота дискретизации АЦП})$ . Фильтр  $\text{sinc}^4$ , благодаря более глубокой обработке сигнала, дает лучший результат режекции 50 Гц / 60 Гц. На низких частотах дискретизации данных оба фильтра дают одинаковый среднеквадратичный шум и одинаковое количество значащих бит в результате преобразования. На высоких частотах, при значении регистра частоты дискретизации меньше 5, фильтр  $\text{sinc}^4$  обеспечивает лучшую производительность, чем  $\text{sinc}^3$ , по значениям среднеквадратичного шума и количеству значащих разрядов кода.

Запись значения 0 в старший разряд регистра с адресом 89, включает синк-фильтр четвертого порядка, а запись значения «1» - включает синк-фильтр третьего порядка.

### 6.5.2.2 Чоппинг.

Чоппингом называется специальная техника быстрой смены пути распространения сигнала в тракте оцифровки АЦП, предназначенная для устранения напряжений смещения и других ошибок оцифровки низких частот.

Ошибки смещения уровня напряжения могут возникать во многих местах цепочки обработки сигнала. Например, постоянный уровень сигнала может смещаться из-за температурной зависимости мест соединения двух разных металлов. Из-за большого количества внутренних ошибок смещения АЦП, вызванных, например, наводками от электромагнитных помех. Эти смещения обычно нежелательны и в частности создают проблемы, когда меняется температура после проведения процедуры внутренней калибровки АЦП.

Запись значения 0 в старший разряд регистра с адресом 90, отключает чоппинг, а запись значения «1» - включает.

Однако, стоит помнить, что включение чоппинга увеличивает время преобразования и время установления АЦП. Например, когда в регистр 91 записано значение «96» и выбран sinc фильтр четвертого порядка, время преобразования с включенным чоппингом равно 80 мс, а время установления 160мс. При отключенном чоппинге можно достигать больших частот дискретизации АЦП. Так при том же значении в 91-ом регистре и выбранном sinc<sup>4</sup> фильтре, время преобразования составляет 20 мс, а время установления 80 мс. В этом случае, при использовании малых коэффициентов усиления, может потребоваться периодическая внутренняя калибровка для устранения смещения.

### **6.5.2.3 Режекция 50/60Гц.**

Режекция - самая главная функция цифрового фильтра. При выключенном чоппинге, режекция 50 Гц достигается, когда частота опроса АЦП установлена в 50 Гц, а режекция 60 Гц получается при частоте опроса 60 Гц.

Одновременно погасить помеху на частотах 50 Гц и 60 Гц, можно установив частоту опроса в значение 10 Гц. Или установив частоту опроса 50 Гц, и включив дополнительный фильтр режекции 60 Гц.

Запись значения 1 в младший разряд регистра с адресом 90, включает режекцию на частоте 60 Гц, а запись значения «0» - отключает.

### **6.5.3 Математические фильтры модуля ПТЦ-002.**

Помимо возможности управления фильтрами АЦП, модуль «ПТЦ-002» дополняет обработку полученного кода двумя математическими программными фильтрами.

Первый фильтр работает по принципу математического среднего по заданному количеству значений из ряда 4, 8, 16, 32, 64, 128.

Результат преобразования АЦП, с определенной частотой дискретизации, попадают в первый фильтр, и при наполнения его заданным количеством значений производится усреднение.

После первого фильтра, значения поступают на второй фильтр, который работает по принципу усеченного среднего, и размер фильтра выбирается из ряда 4, 8, 16, 32.

Буфер этого фильтра построен по принципу «первым пришел – первым ушел», т.е. при поступлении нового значения, из буфера вылетает самое старое и происходит пересчет. Математика этого фильтра устроена таким образом, что при вычислении отбрасываются самые большие и самые маленькие значения, и по оставшимся вычисляется среднее.

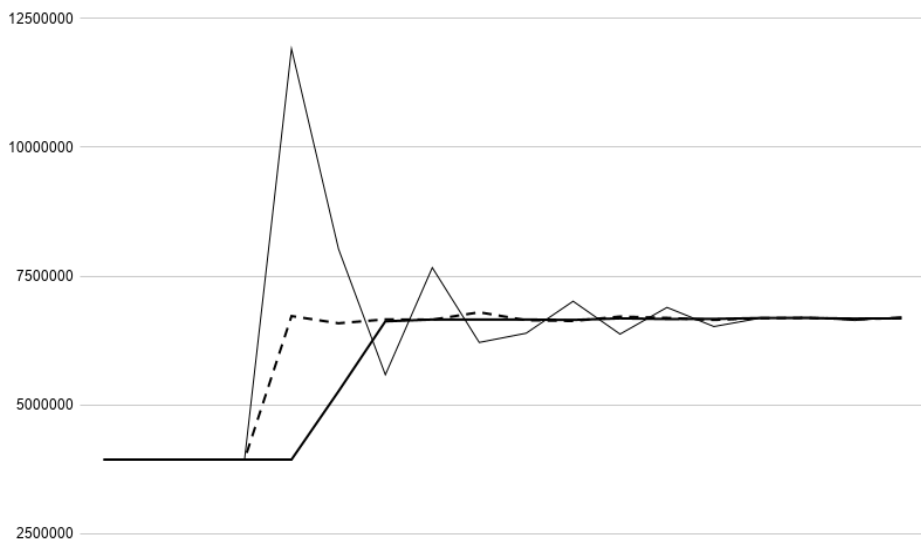


Рис.3. Работа фильтров.

На графике, представленном на рис. 3, показан результат работы фильтров. Тонкой линией обозначен результат преобразования АЦП, пунктирной линией – результат обработки первым фильтром (размерности 16), толстой линией – результат обработки после второго фильтра (размерности 4).

На графике представлен процесс падения груза на весы с небольшой высоты, и видны колебательные процессы в механике весов. Как мы видим, в результате обработки значения кода АЦП фильтрами, сокращается время установления истинного значения веса, но при этом увеличивается время реакции на изменение веса.

Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
adcCode	17-18 unsigned long	Результат преобразования АЦП.
adcCodeFilter1	19-20 unsigned long	Код АЦП обработанный первым математическим фильтром.
adcCodeFilter2	20-21 unsigned long	Код АЦП обработанный первым и вторым математическим фильтром.
mathFilter1	96 (byte) младший байт	Размер первого математического фильтра.

	регистра	
mathFilter2	96 (byte) старший байт регистра	Размер второго математического фильтра.

## 7. Алгоритм дозирования

Модуль ПТЦ-002 имеет встроенные алгоритмы управления дозированием по нарастанию веса, в двух режимах. В режиме одинарного набора дозы и циклического набора дозы за несколько циклов работы.

Первый режим (одинарной дозы) используется, когда вес заданной дозы меньше веса, который можно загрузить в бункер или тару (см. п. 7.1).

Второй режим (циклического дозирования) необходим, когда заданный вес дозы больше максимально возможного веса в бункере или таре (см. п. 7.2).

### 7.1 Дозирование одинарной дозы.

Весь цикл дозирования в данном режиме можно разбить на несколько этапов, представленном на рисунке 4:

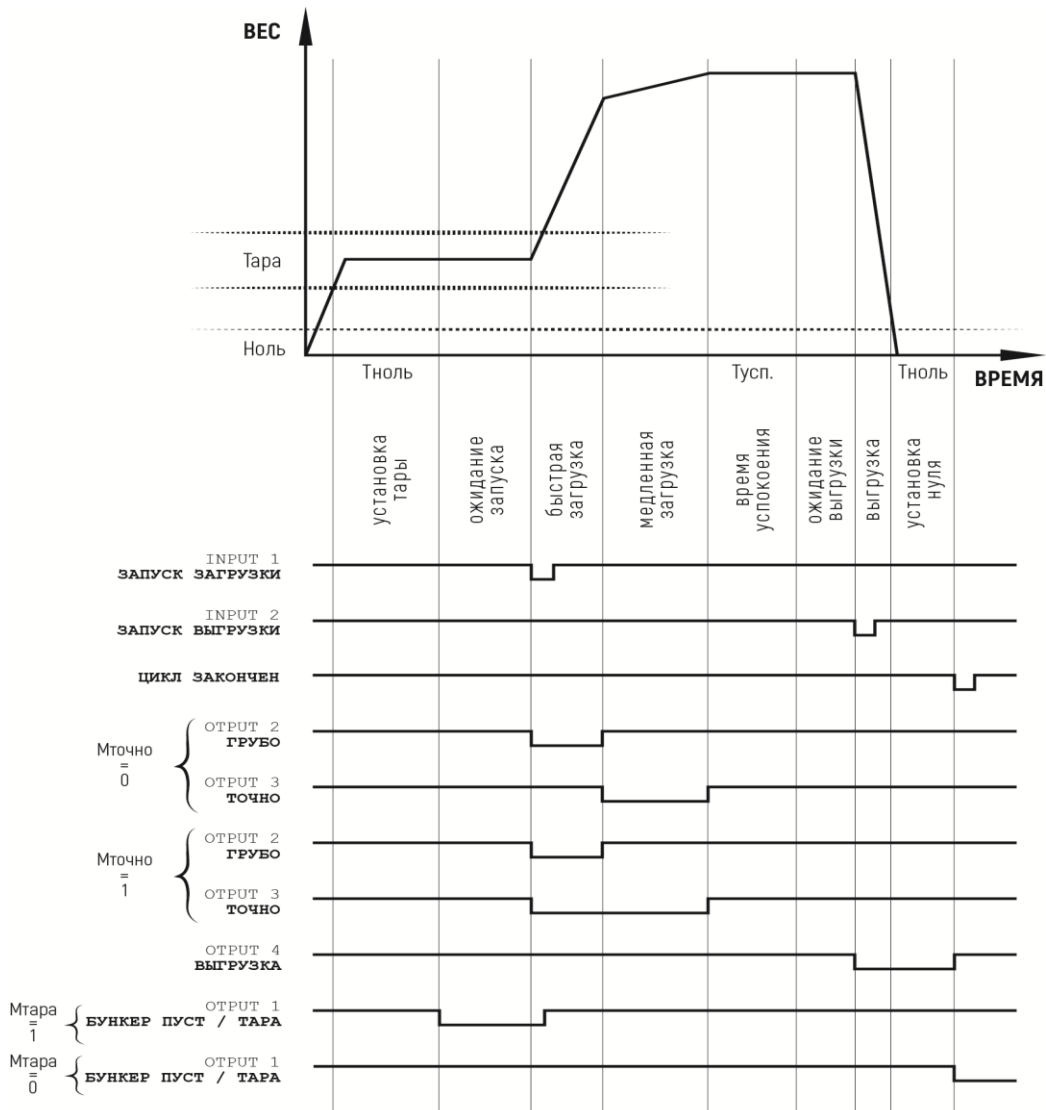


Рис. 4. Этапы дозирования



## 1. Установка тары.

Модуль определяет, что на весы установлена тара и можно начинать дозирование. Условием установки тары является отсутствие отклонения текущего веса от заданного веса тары на значение больше, чем значение параметра «Диапазон веса тары», обозначение  $dW_{\text{тара}}$ .

Т.е. должно выполняться следующее условие:

$$(W_{\text{тара}} - dW_{\text{тара}}) < W_{\text{текущий}} < (W_{\text{тара}} + dW_{\text{тара}}).$$

И это условие должно выполняться по времени дольше, чем задано в параметре «Время установки нуля или тары».

Если тара установлена и параметр  $M_{\text{Тара}}$  (Режим работы выхода «Бункер пуст / Тара») равен «1», то включается выход «Бункер пуст / Тара»

Для бункерных дозаторов вес тары необходимо установить в ноль.

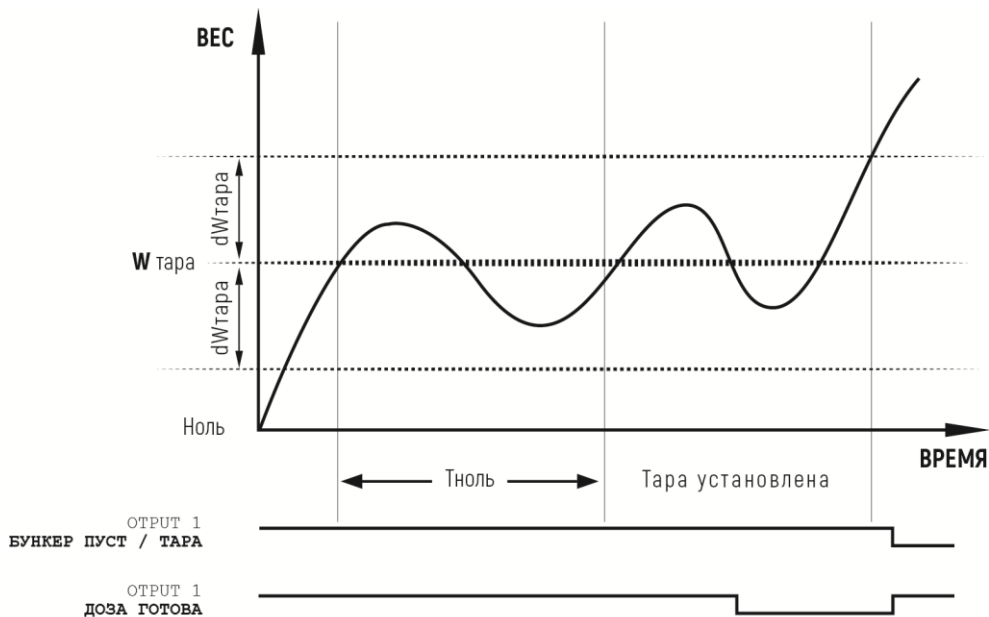


Рис. 5. Установка тары

Обозначение	Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
Wтекущий	weight	0 (float)	Текущий вес.
Wтара	taraWeight	86 (float)	Вес тары.  Значение веса тары, значение веса, при котором разрешается запуск дозирования.  <i>Для бункерных весов рекомендуется устанавливаться равным нулю.</i>
dWтара	taraRange	84 (float)	Диапазон веса тары.  Значение веса, на которое может отклоняться значение веса тары, заданное в предыдущем параметре.
Тноль	timeZero	68 (float)	Время установки тары или нуля.  Время, которое должно пройти после того, как вес стал меньше значения параметра «точность нулевого веса», для того чтоб было принято решение о том, что бункер пуст. Это же значение применяется для фиксации веса тары как показано на рис. 5
MТара	taraOutputMode	88 (unsigned char)	Режим работы выхода «Бункер пуст / Тара».  0 – выход «Бункер пуст / Тара» включается при установленном нулевом весе.  1 – выход «Бункер пуст / Тара» включается при установленном весе тары, заданном в параметре «Вес тары».

## 2. Ожидание запуска дозирования.

После того как модулем определено, что тара установлена, начинается ожидание команды на запуск дозирования от оператора.

Команда на запуск подается путем замыкания двух входов контроллера: «Запуск загрузки» и «-24В».

## 3. Быстрая загрузка.

Начинается управление процессом быстрой загрузки дозы.

В этом этапе выход «Грубо» находится во включенном состоянии, а выход «Точно» включен если параметр **Мточно** установлен в значение «1», и выключен если **Мточно** установлен в «0»

Этот этап продолжается пока до дозы не будет оставаться меньше, чем задано в параметре **dWгрубо**. Другими словами, пока не будет загружен вес равный значению (**Wдозы – dWгрубо**).

Обозначение	Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
Wтекущий	weight	0 (float)	Текущий вес.
Мточно	modeSpeed	66 (unsigned char)	Режим работы выхода «точно».  0 – Выход «точно» при быстрой засыпке выключен.  1 – Выход «точно» при быстрой засыпке включен.
Wдозы	doseFull	74 (float)	Общий отгружаемый вес.  Значение веса, который должен пройти через дозатор, за один или несколько циклов дозирования.
dWгрубо	weightPrecessionFast	78 (float)	Недовес «Грубо».  Задаёт значение веса, который необходимо недобрать до веса дозы для перехода в точный режим дозирования

#### 4. Медленная загрузка.

Этот этап соответствует медленной загрузки дозы. В этом этапе выход «Грубо» находится в выключенном состоянии, а выход «Точно» включен.

Медленная загрузка закончится, когда до дозы останется набрать вес, заданный параметром **dWточно**, т.е. вес загруженной дозы станет больше чем (**Wдозы – dWточно**).

Параметры **dWточно** и **dWгрубо** устанавливают предварение отключение грубой и точной подачи дозы.

Обозначение	Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
Wтекущий	weight	0 (float)	Текущий вес.
Wдозы	doseFull	74 (float)	Общий отгружаемый вес.  Значение веса, который должен пройти через дозатор, за один или несколько циклов дозирования.
dWточно	weightPrecessionSlow	80 (float)	Недовес «Точно».  Задаёт значение веса, который необходимо недобрать до веса дозы для остановки процесса дозирования.

#### 5. Время успокоения.

После набора дозы, все управляющие выходы отключаются на время, заданное параметром **Тусп**. После прохождения времени успокоения, текущий вес фиксируется и заносится в счетчик отвесов.

Модуль переходит к ожиданию запуска выгрузки.

Обозначение	Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
Тусп	timeRelax	70 (float)	Время успокоения системы (сек.).  Время паузы между окончанием дозирования и ожиданием выгрузки, выделяемое для успокоения вибраций системы для более точного определения отгруженного веса и занесения его в счетчик отвесов.

## 6. Ожидание выгрузки.

Команда на запуск подается путем замыкания двух входов контроллера: «Запуск выгрузки» и «-24В».

После получения сигнала на запуск выгрузки, срабатывает выход «Выгрузка». В случае, если параметр **Мвыгрузка**, установлен в значение «1», выгрузка начинается сразу после успокоения системы.

Обозначение	Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
Мвыгрузка	modeUnload	66 (unsigned char)	Режим запуска выгрузки  0 – старт выгрузки начинается после сигнала на входе «Выгрузка»  1 – старт выгрузки происходит автоматически после набора заданной дозы.

## 7. Выгрузка.

Выгрузка продолжается пока бункер не будет опустошен, и не будет находиться в нулевом весе время, заданное параметром **Тноль**, т.е. в течении времени **Тноль**. Во время выгрузки выход «Выгрузка» включен.

## 8. Установка нуля.

Условием установки нуля является отсутствие отклонения текущего веса от нуля в пределах, заданных параметром **Wноль**.

Т.е. должно выполняться следующее условие:

$$-dW_{\text{ноль}} < W_{\text{текущий}} < dW_{\text{ноль}}$$

И это условие должно выполняться по времени дольше, чем задано в параметре **Tноль** (первый параметр в меню **Par**).

Если ноль установлен и параметр **MTара** (восьмой в меню **Levels**) равен «0», то включается выход «Бункер пуст / Тара».

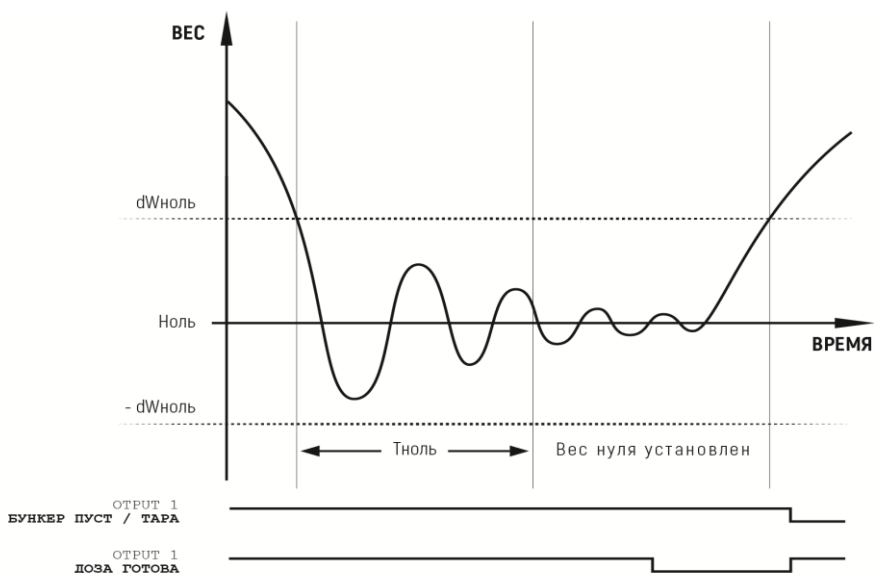


Рис. 6. Установка нуля.

Обозначение	Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
Wтекущий	weight	0 (float)	Текущий вес.
dWноль	zeroWeight	82 (float)	Диапазон точности нулевого веса. Значение веса, на которое он может отклоняться от нулевого веса.

Тноль	timeZero	68 (float)	<p>Время установки тары или нуля.</p> <p>Время, которое должно пройти после того, как вес стал меньше значения параметра «точность нулевого веса», для того чтоб было принято решении о том, что бункер пуст. Это же значение применяется для фиксации веса тары как показано на рис. 6.</p>
MTара	taraOutputMode	88 (unsigned char)	<p>Режим работы выхода «Бункер пуст / Тара»</p> <p>0 – выход «Бункер пуст / Тара» включается при установленном нулевом весе.</p> <p>1 – выход «Бункер пуст / Тара» включается при установленном весе тары, заданном в параметре «Вес тары».</p>

### 9. Цикл закончен.

После установки нуля на время, заданное параметром **Тконец** регистр состояния модуля, переходит в значение «Цикл Закончен».

Обозначение	Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
Тконец	timeEnd	72 (float)	<p>Задает время нахождения модуля в состоянии «Цикл Окончен» после окончания всех циклов дозирования.</p> <p>.</p>

## 7.2 Режим циклического дозирования.

Режим циклического дозирования предназначен для набора дозы за несколько циклов дозирования. Он применяется, когда значение общей дозы **Wобщ**, больше чем может принять в себя бункер или тара (задается параметром **Wмакс** в меню Levels).

Этапы дозирования идентичны одинарному дозированию, нескольких моментов:

1. Пока не набрана вся доза, после 8 этапа (см. рис.4) происходит переход к первому;
2. Когда набрана полная доза, осуществляется переход к этапу «Цикл закончен»;
3. Этап «Ожидание запуска дозирования» между циклами дозирования можно отключить, установив параметр **Mзапуск** в значение «1».

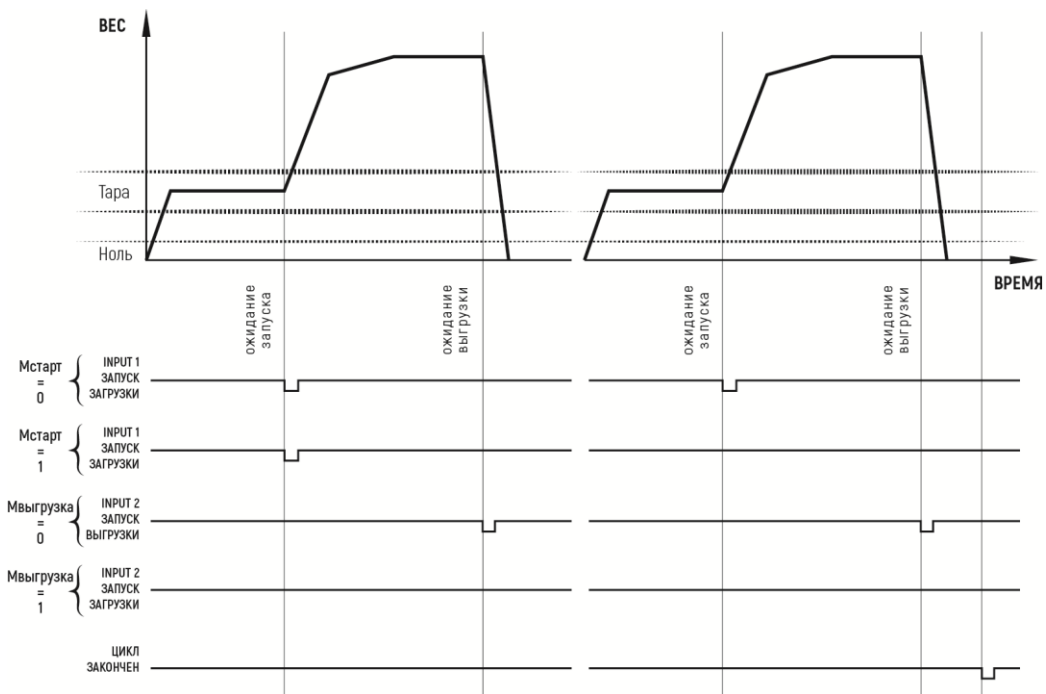


Рис. 7. Алгоритм циклического дозирования.



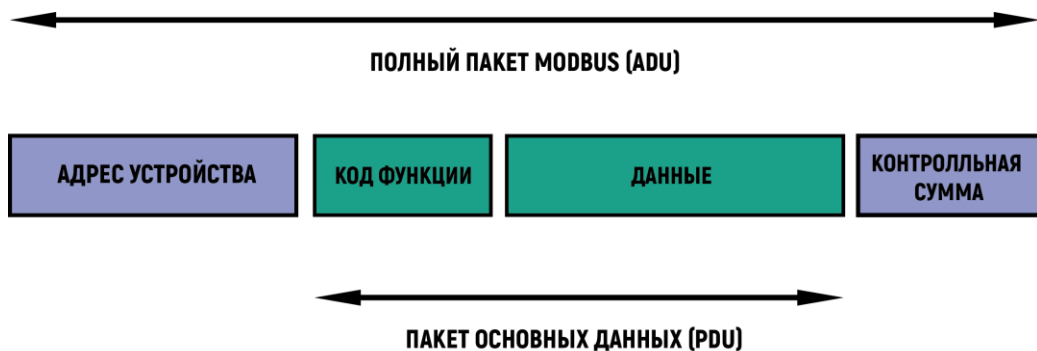
Обозначение	Рекомендуемое имя переменной	Адрес регистра (тип данных)	Назначение
Wдозы	doseFull	74 (float)	Общий отгружаемый вес.  Значение веса, который должен пройти через дозатор, за один или несколько циклов дозирования.
Wмакс	doseMaximum	76 (float)	Максимальный дозируемый вес, за один цикл дозирования.
Mзапуск	modeStart	65 (unsigned char)	Режим запуска.  0 – Все циклы дозирования в режиме разделенной дозы запускаются по сигналу на входе «Запуск дозирования».  1 – Первый цикл запускается по сигналу на входе «Запуск», последующие запускаются при установке веса тары.

## 8. Протокол обмена MODBUS

MODBUS - это протокол обмена данными, работающий по принципу "запрос-ответ". Он обеспечивает связь между промышленными устройствами, подключенными к различным типам шин или сетей. В модуле «ПТЦ-002» для реализации протокола используется интерфейс RS-485 и сам модуль является подчиненным устройством.

Благодаря стандартизации протокола, в качестве ведущего устройства может использоваться любой ПЛК или операторская панель.

Структура пакетов при обмене между устройствами можно схематично представить в следующем виде:



В модуле «ПТЦ-002» обмен осуществляется при помощи полных пакетов данных, которые включают в себя адрес устройства и контрольную сумму (ADU).

Коды функции ModBus реализованные в модуле:

0x03 – Чтение группы регистров;

0x06 – Запись одного регистра;

0x10 – Запись группы регистров.

## 8.1. Чтение группы регистров (0x03).

Эта функция используется для считывания содержимого блока регистров данных хранящихся на контроллере. Пакет основных данных PDU запроса указывает адрес первого считываемого регистра и количество регистров. В PDU регистры адресуются, начиная с нуля.

Данные в ответном сообщении упаковываются по два байта на регистр, причем в зависимости от настроек первым байтом может быть, как старший, так и младший байт (см. регистр по адресу 64).

### Запрос:

Адрес	1 байт	От 1 до 255 (0xFF)
Код функции	1 байт	0x03
Адрес первого регистра	2 байта	0x0000 до 0xFFFF
Количество регистров	2 байта	От 1 до 125 (0x7D)
Контроль	2 байта	CRC16

### Ответ:

Адрес	1 байт	От 1 до 255 (0xFF)
Код функции	1 байт	0x03
Количество байт	1 байта	2 x N
Значение регистров	N x 2 байт	
Контроль	2 байта	CRC16

**N** – Количество запрошенных регистров.

Пример запроса значения кода АЦП из 21 регистра.

Запрос		Ответ	
Поле	Hex		Hex
Адрес устройства	01	Адрес устройства	01
Функция	03	Функция	03
Адрес регистра (ст.)	00	Кол-во байт	04
Адрес регистра (мл.)	15	Значение регистра 21 (ст)	30
Кол-во регистров (ст.)	00	Значение регистра 21 (мл)	50
Кол-во регистров (мл.)	02	Значение регистра 22 (ст)	00
Контрольная сумма (ст.)	D5	Значение регистра 22 (мл)	3C
Контрольная сумма (мл.)	CF	Контрольная сумма (ст.)	F5
		Контрольная сумма (мл.)	33

## 8.2. Запись одного регистра (0x06).

Эта функция используется для записи одного регистра данных в память устройства.

PDU запроса указывает адрес регистра, который должен быть записан. Нормальный ответ - это эхо запроса.

### Запрос:

Адрес	1 байт	От 1 до 255 (0xFF)
Код функции	1 байт	0x06
Адрес регистра	2 байта	0x0000 до 0xFFFF
Значение регистра	2 байта	0x0000 до 0xFFFF
Контроль	2 байта	CRC16

### Ответ:

Адрес	1 байт	От 1 до 255 (0xFF)
Код функции	1 байт	0x06
Адрес регистра	2 байта	0x0000 до 0xFFFF
Значение регистра	2 байта	0x0000 до 0xFFFF
Контроль	2 байта	CRC16

### 8.2.1. Обнуление значения веса при помощи функции 0x06.

Пример записи значения 0x01 в регистр 4, что соответствует обнулению кода АЦП из 21 регистра.

Запрос		Ответ	
Поле	Hex	Поле	Hex
Адрес устройства	01	Адрес устройства	01
Функция	06	Функция	06
Адрес регистра (ст.)	00	Адрес регистра (ст.)	00
Адрес регистра (мл.)	04	Адрес регистра (мл.)	04
Значение регистра (ст.)	00	Значение регистра (ст.)	00
Значение регистра (мл.)	01	Значение регистра (мл.)	01
Контрольная сумма (ст.)	09	Контрольная сумма (ст.)	09
Контрольная сумма (мл.)	CB	Контрольная сумма (мл.)	CB

### 8.2.2. Запуск цикла дозирования при помощи функции 0x06.

Пример записи значения 0x02 в регистр 4, что соответствует запуску цикла дозирования из режима ожидания.

Запрос		Ответ	
Поле	Hex	Поле	Hex
Адрес устройства	01	Адрес устройства	01
Функция	06	Функция	06
Адрес регистра (ст.)	00	Адрес регистра (ст.)	00
Адрес регистра (мл.)	04	Адрес регистра (мл.)	04
Значение регистра (ст.)	00	Значение регистра (ст.)	00
Значение регистра (мл.)	02	Значение регистра (мл.)	01
Контрольная сумма (ст.)	49	Контрольная сумма (ст.)	49
Контрольная сумма (мл.)	CA	Контрольная сумма (мл.)	CA

### 8.3. Запись группы регистров (0x10).

Этот код функции используется для записи блока последовательных регистров данных в память устройства, и используется для записи значений, хранящихся в нескольких регистрах.

В запросе указывается, как количество регистров, так и количества байт. Данные для записи упаковываются по два байта на регистр.

Ответ возвращает код функции, начальный адрес и количество записанных регистров.

#### Запрос:

Адрес	1 байт	От 1 до 255 (0xFF)
Код функции	1 байт	0x10
Адрес первого регистра	2 байта	0x0000 до 0xFFFF
Количество регистров	2 байта	0x0001 до 0x0004
Количество байт	1 байт	2 x N
Значение регистров	N x 2 байта	
Контроль	2 байта	CRC16

#### Ответ:

Адрес	1 байт	От 1 до 255 (0xFF)
Код функции	1 байт	0x10
Адрес первого регистра	2 байта	0x0000 до 0xFFFF
Количество регистров	2 байта	0x0001 до 0x0004
Контроль	2 байта	CRC16

**N** – Количество запрошенных регистров.

#### 8.4. Таблица регистров

Регистр	Байт	Доступ	Обозначение и назначение	Тип данных
0	0	Чтение	Текущий вес	float
	1			
1	2		Рекомендуемое обозначение: weight	
	3			
2	4	Чтение	Текущий вес с заданной дискретностью	float
	5			
3	6		Рекомендуемое обозначение: weightDiscrete	
	7			
4	8	Чтение Запись	Состояние дозирования / команды управления дозированием	unsigned int
	9			
5	10	Чтение	Состояние дискретных входов	unsigned int
	11			
6	12	Чтение Запись	Состояние дискретных выходов	unsigned int
	13			
7	14	Чтение Запись	Остаток дозы после очередного цикла дозирования	float
	15			
8	16		Рекомендуемое обозначение: doseRemain	
	17			
9	18	Чтение Запись	Сумматор отгруженного прибором веса	float
	19			
10	20		Рекомендуемое обозначение: weightCount	
	21			
11	22	Чтение Запись	Счетчик количества отгруженных порций	unsigned long
	23			
12	24		Рекомендуемое обозначение: countCircle	
	25			
13	26	Чтение Запись	Счетчик количества отгруженных доз	unsigned long
	27			
14	28		Рекомендуемое обозначение: countCircleFull	
	29			
15	30	Чтение Запись	Вес последней отгруженной порции	float
	31			

16	32		Рекомендуемое обозначение: weightLast	
	33			
17	34	Чтение	Результат преобразования АЦП	unsigned long
	35			
18	36		Рекомендуемое обозначение: adcCode	
	37			
19	38	Чтение	Код АЦП обработанный первым математическим фильтром.	unsigned long
	39			
20	40		Рекомендуемое обозначение: adcCodeFilter1	
	41			
21	42	Чтение	Код АЦП обработанный первым и вторым математическим фильтром.	unsigned long
	43			
22	44		Рекомендуемое обозначение: adcCodeFilter2	
	45			
63	126	Чтение Запись	Скорость обмена по каналу RS-485  Рекомендуемое обозначение: rsBaudRate	unsigned char
	127	Чтение Запись	Сетевой адрес устройства  Рекомендуемое обозначение: rsAdress	unsigned char
64	128	Чтение Запись	Направление передачи байт в поле данных 0 – младшим байтом вперед 1 - старшим байтом вперед  Рекомендуемое обозначение: rsBytesDirection	unsigned char
	129	Чтение Запись	Направление передачи регистров в поле данных 0 – младшим байтом вперед 1 - старшим байтом вперед  Рекомендуемое обозначение: rsRegistersDirection	unsigned char
65	130	Чтение Запись	Контроль за связью (0 - отключено)  Рекомендуемое обозначение: rsChekingTime	unsigned char
	131	Чтение Запись	Режим запуска  Рекомендуемое обозначение: modeStart	unsigned char
66	132	Чтение Запись	Режим работы выхода точно  Рекомендуемое обозначение: modeSpeed	unsigned char
	133	Чтение	Режим запуска выгрузки	unsigned char

		Запись	Рекомендуемое обозначение: modeUnload	
67	134	Чтение Запись	Тип управления  Рекомендуемое обозначение: modeOutput	unsigned char
	135	Чтение Запись	Режим учета дозирования – Брутто, Нетто, Автообнуление.  Рекомендуемое обозначение: modeAutoZero	unsigned char
68	136	Чтение Запись	Время фиксации нулевого веса или тары (в секундах)	float
	137			
69	138		Рекомендуемое обозначение: timeZero	
	139			
70	140	Чтение Запись	Время успокоения системы (сек.)	float
	141			
71	142		Рекомендуемое обозначение: timeRelax	
	143			
72	144	Чтение Запись	Время нахождения терминала в состоянии цикл окончен (сек.)	float
	145			
73	146		Рекомендуемое обозначение: timeEnd	
	147			
74	148	Чтение Запись	Общий отгружаемый вес	float
	149			
75	150		Рекомендуемое обозначение: doseFull	
	151			
76	152	Чтение Запись	Максимальный дозируемый вес, за один цикл дозирования	float
	153			
77	154		Рекомендуемое обозначение: doseMaximum	
	155			
78	156	Чтение Запись	Недовес «Грубо»	float
	157			
79	158		Рекомендуемое обозначение: weightPrecessionFast	
	159			
80	160	Чтение Запись	Недовес «Точно»	float
	161			
81	162		Рекомендуемое обозначение: weightPrecessionSlow	
	163			
82	164	Чтение Запись	Диапазон точности нулевого веса	float
	165			
83	166		Рекомендуемое обозначение: zeroRange	
	167			
84	168	Чтение Запись	Диапазон точности веса тары	float
	169			
85	170		Рекомендуемое обозначение: taraRange	
	171			



86	172	Чтение Запись	Вес тары	float
	173			
87	174		Рекомендуемое обозначение: taraWeight	
	175			
88	176	Чтение Запись	Режим работы выхода «Бункер пуст / Тара»  Рекомендуемое обозначение: taraOutputMode	unsigned char
	177		Режим включения выходов 0 - По алгоритму 1 - По Modbus  Рекомендуемое обозначение: outputMode	
89	178	Чтение Запись	Источник настройки АЦП 0 – параметры 1 – регистры записи в АЦП  Рекомендуемое обозначение: adcTypeOfSetting	unsigned char
	179	Чтение Запись	Sinc3 фильтр  Рекомендуемое обозначение: filterSinc3	
90	180	Чтение Запись	Фильтр режекции 60 Гц  Рекомендуемое обозначение: filterRej60	unsigned char
	181	Чтение Запись	Chop фильтр  Рекомендуемое обозначение: filterChop	
91	182	Чтение Запись	Частота дискретизации АЦП  Рекомендуемое обозначение: filterOutputDataRate	unsigned int
	183			
92	184	Чтение Запись	Источник опорного напряжения  Рекомендуемое обозначение: referenceInput	unsigned char
	185	Чтение Запись	Источник сигнального напряжения  Рекомендуемое обозначение: channellInput	
93	186	Чтение Запись	Рекомендуемое обозначение: burnoutState	unsigned char
	187	Чтение Запись	Определение наличия опорного напряжения  Рекомендуемое обозначение:	

			referenceDeterminate	
94	188	Чтение Запись	Входной буфер  Рекомендуемое обозначение: inputBuffer	unsigned char
	189	Чтение Запись	Полярность сигнального напряжения  Рекомендуемое обозначение: signalPolarity	unsigned char
95	190	Чтение Запись	Коэффициент усиления сигнального напряжения  Рекомендуемое обозначение: signalGain	unsigned char
	191	Чтение Запись	Команда на проведение полной калибровки ацп  Рекомендуемое обозначение: adcResetFlag	unsigned char
96	192	Чтение Запись	Размер первого математического фильтра Рекомендуемое обозначение: mathFilter1	unsigned char
	193	Чтение Запись	Размер второго математического фильтра  Рекомендуемое обозначение: mathFilter2	unsigned char
97	194	Чтение Запись	Максимально допустимый вес  Рекомендуемое обозначение: maxWeight	float
	195			
98	196			
	197			
99	198		Значение калибровочного веса  Рекомендуемое обозначение: weightForCalibrate	float
	199			
100	200			
	201			
101	202	Чтение Запись	Калибровочный коэффициент  Рекомендуемое обозначение: calibrateCoefficient	float
	203			
102	204			
	205			
103	206	Чтение Запись	Значение кода ацп для нулевого веса  Рекомендуемое обозначение: zeroCodeShift	unsigned long
	207			
104	208			
	209			
105	210	Чтение Запись	Дискретность веса  Рекомендуемое обозначение: weightDiscretness	unsigned char
		211	Чтение Запись	Количество знаков после запятой Рекомендуемое обозначение: weightDecimalDigit

## 9. Гарантийные обязательства

9.1 Срок гарантийного обслуживания установлен изготовителем на период 12 месяцев со дня поставки. Рекламации в период гарантийного срока принимаются по адресу: 124460, Москва, г. Зеленоград, корп. 100, ООО «ВестерПроект»  
тел./факс: (499) 734-3281, e-mail: **terminal@interel.ru**

## 10. Сведения о рекламациях

10.1 В случае отказа контроллера в период гарантийного срока, необходимо составить технически обоснованный Акт рекламации. Акт рекламации необходимо направить в адрес поставщика. Сведения о рекламациях следует регистрировать в следующей таблице:

Дата	Количество часов работы с начала эксплуатации	Краткое содержание неисправности	Дата направления рекламации	Меры принятые по рекламации

## 11. Свидетельство о приемке

Модуль тензопреобразователя «ПТЦ- 002», заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует техническим требованиям, указанным в разделе 2, настоящего руководства, и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска

\_\_\_\_\_ 202\_\_ г

Подпись представителя  
организации, проводившей  
испытания

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ г

## 12. Типовая схема простого однокомпонентного дозатора.

