

Описание протокола обмена АСИН измерителей НТП «Горизонт»

Применяется для измерители серии:
Инклинометры ИН-Д2, ИН-Д3, ИН-Д3Т, ИН-Д7
Скважинные инклинометры BIN-D3
Датчики деформации SVWG-D01
Датчиков напряжения в арматуре RSS-D01
Датчики напряжения арматуры RSS-D01
Датчики раскрытия трещин CMG-D01

МПГТ 402111.03.00.00

Москва 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	3
2	Физический уровень.....	4
3	Транспортный уровень	4
4	Структура пакета.....	5
4.1	Единая структура запроса и ответа	5
5	Описание пакетов	5
5.1	Запрос показаний измерителя	5
5.2	Запрос версии измерителя.....	7
5.3	Запрос скорости обмена данными.....	9
5.4	Установка скорости обмена данными.....	10
5.5	Запрос имени измерителя.....	11
5.6	Установка имени измерителя.....	12
5.7	Запрос смещения нуля	13
5.8	Установка смещения нуля.....	13
5.9	Установка адреса измерителя	14
5.10	Запрос номера редакции ПО измерителя	15
5.11	Запрос заводского номера измерителя.....	16
5.12	Запрос количества тактов усреднения	16
5.13	Установка количества тактов усреднения	17
5.14	Запрос периода усреднения.....	18
5.15	Установка периода усреднения	19
6	Описание пакетов устаревших версий	20
6.1	Запрос в протоколе 2.10.....	20
6.2	Ответ в протоколе 2.10.....	20
6.3	Запрос показаний измерителя в протоколе 2.10.....	20
6.4	Пинг измерителя в протоколе 2.10	21
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	22
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	23

1 Общие положения

В настоящем документе описан протокол информационного обмена с следующими типами измерителей производства НТП «Горизонт»:

1. Инклинометры ИН-Д2, ИН-Д3, ИН-Д3Т, ИН-Д7
2. Скважинные инклинометры BIN-D3
3. Датчики деформации SVWG-D01
4. Датчиков напряжения в арматуре RSS-D01
5. Датчики напряжения арматуры RSS-D01
6. Датчики раскрытия трещин CMG-D01

(далее по тексту - *измеритель*). При изучении настоящего документа следует руководствоваться описанием работы измерителя в соответствии с **Руководство по эксплуатации** на этот измеритель.

Далее будет приведено описание команд, их назначение, и формат ответа измерителя. В процессе изложения материала будут использоваться следующие термины, определения и сокращения:

ПК – персональный компьютер (или другое устройство, ведущее обмен с измерителем).

ПО – программное обеспечение.

2 Физический уровень

Обмен данными с измерителем на физическом уровне происходит по интерфейсу RS-485. Возможно использование как полнодуплексного, так и полудуплексного режима подключения измерителей к сети.

ПРИМЕЧАНИЕ: При подключении измерителя к ПК следует руководствоваться таблицей с назначением контактов, приведенной в руководстве по эксплуатации на измеритель, а также всеми рекомендациями по подключению применяемого преобразователя интерфейса (USB-RS485) в части рекомендованной максимальной длины линии, подключения подтягивающих и терминальных резисторов.

3 Транспортный уровень

3.1 Измерителями могут поддерживаться протоколы различных версий в зависимости от варианта исполнения. В настоящем документе приведены данные по тем типам пакетов, которые поддерживаются всеми вариантами исполнения измерителя.

3.2 Обмен данными между ПК и измерителем организован в виде обмена пакетами запрос-ответ. Инициатором обмена всегда является ПК (или другое устройство, ведущее обмен с измерителем). Измеритель отправляет пакет с ответом только после получения запроса от ПК.

3.3 Структура пакета с запросом и ответом совпадают для базового набора, поддерживаемого всеми вариантами исполнения измерителей.

3.4 Все данные передаются в порядке little-endian (от младшего к старшему).

3.5 В качестве разделителя пакетов при передаче пакетов используется специальный байт 0x7E, по которому можно определить начало и окончание пакета. В пакете байт с таким значением встречаться не должен. Для этого используется так называемый эскапе-байт 0x7D, который предназначен для кодирования байта 0x7E. Все байты 0x7D и 0x7E, которые встречаются в пакете, заменяются эскапе-байтом 0x7D, за которым следует исходный байт, но с инвертированным 5-м битом. То есть байт 0x7D кодируется последовательностью 0x7D5D, а байт 0x7E – последовательностью 0x7D5E. Разделение потока данных на пакеты с примером использования ESCAPE-байта приведено на рисунке 1.

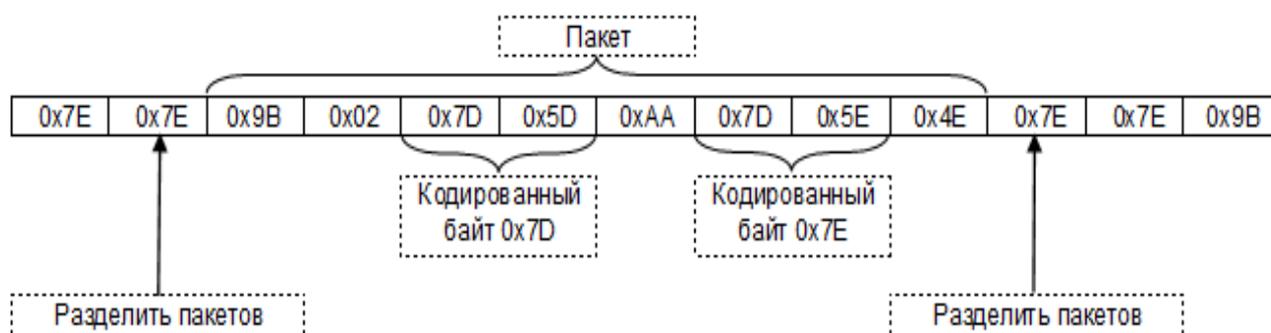


Рисунок 1 – Разделение потока данных на пакеты

ВНИМАНИЕ! При построении алгоритмов сбора информации следует учитывать, что при обмене возможно искажение содержимого пакета. Данный протокол позволяет с высокой степенью вероятности обнаружить это, однако восстановить сходное содержимое нельзя.

Рекомендуемый вариант построения алгоритма опроса измерителя на стороне контроллера приведен в Приложении 1.

4 Структура пакета

4.1 Единая структура запроса и ответа

4.1.1 Структура пакета, единая для запроса и ответа, приведена на рисунке 2.

Идентификатор протокола (ProtocolID)	Идентификатор пакета (PacketID)	Адрес измерителя (Address)	Данные (Data)	Контрольная сумма (Checksum)
--------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	---------------	------------------------------

Рисунок 2 – Единая структура пакета

4.1.2 **Идентификатор протокола** (1 байт) определяет версию протокола и набор пакетов, поддерживаемых измерителем. Для основных пакетов данный байт равен **0x9B**. Для дополнительных пакетов **0x9C**.

4.1.3 **Идентификатор пакета** (1 байт) определяет тип запроса и структуру данных пакета (Data).

4.1.4 **Адрес измерителя** (1 байт) – адрес измерителя, которому отправлен запрос или от которого отправлен ответ. Может принимать значения в диапазоне 1 – 254.

4.1.5 Размер и структура поля данных зависит от типа протокола и типа запроса. Для некоторых пакетов поле данных может отсутствовать.

4.1.6 Контрольная сумма (1 байт) равна сумме по модулю 2 всех байт пакета. **Escape-последовательности декодированы и в расчете контрольной суммы участия не принимают.** Таким образом, контрольная сумма рассчитывается по формуле 1:

$$\text{Checksum} = \text{ProtocolID} \oplus \text{PacketID} \oplus \text{Address} \oplus \sum \text{Data}_i \quad (1)$$

5 Описание пакетов

5.1 Запрос показаний измерителя

5.1.1 Данный пакет является основным, применяемым при чтении данных измерения измерителя углов наклона по осям X и Y. Данный пакет также может применяться при поиске устройств на линии RS-485 (сканировании) путем последовательной отправки запроса с перебором адресов в диапазоне 1 – 254.

5.1.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 1.

5.1.3 Структура пакета – ответа для каждого типа измерителя при запросе показаний приведена в таблице 2.

5.1.3 Подсчет контрольной суммы при передаче осуществляется до перекодирования ESCAPE-последовательностей, при приеме проверка контрольной суммы осуществляется после восстановления ESCAPE-последовательностей согласно 3.5.

ВНИМАНИЕ! В приведенных таблицах даны примеры, не требующие замены ESCAPE-последовательностей. В случае, если передаваемая последовательность данных содержит символы 0x7E или 0x7D, перед отправкой пакета данных следует провести замену ESCAPE-последовательностей согласно 3.5. В случае, если символы 0x7E или 0x7D содержатся в принятом пакете, перед проверкой контрольной суммы необходимо выполнить обратную замену согласно 3.5.

ВНИМАНИЕ! При отправке пакета в канал необходимо выполнить замену ESCAPE-последовательностей согласно 3.5, в начало и конец пакета добавить символ-разделитель 0x7E.

Таблица 1 – Структура поля данных запроса показаний измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9B	Основной протокол обмена	0x9B
2	Тип запроса	0x01	Запрос показаний измерителя	0x01
3	Адрес измерителя	1 – 254		0x01
4	Контрольная сумма		см (1)	0x9B

ПРИМЕЧАНИЕ: Для приведенного примера в канал отправляется последовательность {0x7E 0x9B 0x01 0x01 0x9B 0x7E}.

Таблица 2 – Структура поля данных ответа показаний измерителя

Измерители угла наклона ИН-Д2, ИН-Д3, ИН-Д3Т, ИН-Д7				
Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9B	Основной протокол обмена	0x9B
2	Тип запроса	0x01	Запрос показаний измерителя	0x01
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Данные D0.0 - D0.7		Дробная часть угла по оси Y	0x6A
5	Данные D1.0 - D1.7		Целая часть угла по оси Y	0x77
6	Данные D2.0 - D2.5		Целая часть угла по оси Y	0x80
	Данные D2.6		Размерность угла по оси Y (0 - угловые секунды, 1 - угловые минуты)	
	Данные D2.7		Знак угла по оси Y (0 - положительный, 1 - отрицательный)	
7	Данные D3.0 - D3.7		Дробная часть угла по оси X	0x38
8	Данные D4.0 - D4.7		Целая часть угла по оси X	0xC2
9	Данные D5.0 - D5.5		Целая часть угла по оси X	0x00
	Данные D5.6		Размерность угла по оси X (0 - угловые секунды, 1 - угловые минуты)	
	Данные D5.7		Знак угла по оси X (0 - положительный, 1 - отрицательный)	
10	Контрольная сумма			0xFC
Струнные датчики деформации SVWG				
Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример

1	Идентификатор протокола	0x9B	Основной протокол обмена	0x9B
2	Тип запроса	0x01	Запрос показаний измерителя	0X01
3	Адрес измерителя	1 - 254		0X01
4	Данные D0.0 - D0.7		Дробная часть значения температуры, °C	0x6A
5	Данные D1.0 - D1.7		Целая часть значения температуры, °C	0x77
6	Данные D2.0 - D2.5		Целая часть значения температуры, °C	0x80
	Данные D2.6		Не используется	
	Данные D2.7		Знак значения температуры (0 - положительный, 1 - отрицательный)	
7	Данные D3.0 - D3.7		Дробная часть значения деформации, мкм/м	0x38
8	Данные D4.0 - D4.7		Целая часть значения деформации, мкм/м	0xC2
9	Данные D5.0 - D5.5		Целая часть значения деформации, мкм/м	0x00
	Данные D5.6		Не используется	
	Данные D5.7		Знак значения деформации (0 - положительный, 1 - отрицательный)	
10	Контрольная сумма			0xFC

ПРИМЕЧАНИЕ: Для приведенного примера в канал отправляется последовательность {0x7E 0x9B 0x01 0x01 0x6A 0x77 0x80 0x38 0xC2 0x00 0xFC 0x7E}.

ПРИМЕЧАНИЕ: Дробная часть значений углов передается в 256 долях.

Пояснение к приведенному примеру:

Дробная часть угла по оси Y: D0 = 0x6A=106; 106/256=0,414
Целая часть угла по оси Y: D2.5 - D2.0 D1.7-D1.0 = (0x80&0x3F)<<8 + 0x77=0x77=119
Размерность по оси Y: D2.6 = 0 (угловые секунды)
Знак угла по оси Y: D2.7 = 1 (отрицательный)
Значение угла по оси Y = (119+0,414)*-1=-119,414''

Дробная часть угла по оси X: D3 = 0x38=106; 56/256=0,219
Целая часть угла по оси X: D5.5-D5.0 D4.7-D4.0 = (0x00&0x3F)<<8 + 0xC2=0xC2=194
Размерность по оси X: D5.6 = 0 (угловые секунды)
Знак угла по оси X: D5.7 = 0 (положительный)
Значение угла по оси X = (194+0,219)*+1=+194,219''

5.2 Запрос версии измерителя

5.2.1 Пакет позволяет прочитать текущую версию измерителя угла наклона.

В случае, если повреждена память измерителя, будет отправлен пакет об ошибке, содержащий соответствующий код ошибки.

5.2.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 3.

5.2.3 Структура пакета – ответа измерителя при запросе версии измерителя приведена в таблицах 4 и 5.

Таблица 3 – Структура поля данных запроса версии измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9B	Основной протокол обмена	0x9B
2	Тип запроса	0x0E	Запрос версии измерителя	0X0E
3	Адрес измерителя	1 - 254		0X01
4	Контрольная сумма			0x94

Таблица 4 – Структура поля данных ответа версии измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9B	Основной протокол обмена	0x9B
2	Тип запроса	0x0E	Запрос версии измерителя	0x0E
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0		Данные версии изм.	0x76
5	D1		Данные версии изм.	0x32
6	D2		Данные версии изм.	0x2E
7	D3		Данные версии изм.	0x31
8	D4		Данные версии изм.	0x31
9	Контрольная сумма		Данные версии изм.	0xFE

Таблица 5 – Структура поля данных ответа версии измерителя при ошибке

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9B	Основной протокол обмена	0x9B
2	Тип запроса	0xFF	Запрос версии измерителя	0xFF
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0	0x10	Данные версии изм.	0x10
9	Контрольная сумма		Данные версии изм.	0x75

5.3 Запрос скорости обмена данными

5.3.1 Пакет позволяет прочитать текущую скорость обмена данными. Здесь и далее описаны пакеты **дополнительного** протокола обмена, также единого для всех вариантов исполнения измерителя.

5.3.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 6.

5.3.3 Структура пакета – ответа измерителя при запросе скорости приведена в таблице 7.

Таблица 6 – Структура поля данных запроса скорости обмена

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x01	Запрос скорости обмена	0x01
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x9C

ПРИМЕЧАНИЕ: Для пакетов дополнительного протокола обмена применяется идентификатор протокола 0x9C.

Таблица 7 – Структура поля данных ответа на запрос скорости обмена

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9B
2	Тип запроса	0x01	Запрос скорости обмена	0x01
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01

4	D0	0x01 – 1200 0x02 – 2400 0x03 – 4800 0x04 – 9600 0x05 – 19200 0x06 – 38400 0x07 – 57600 0x08 – 115200	Данные скорости обмена	0x04 (в измерителе установлена скорость обмена 9600)
9	Контрольная сумма			0x98

5.4 Установка скорости обмена данными

ВНИМАНИЕ: Для датчиков с прошивками версий 4.0X-4.2X и 5.0X-5.2X (выпуск 2019г и позже) изменен порядок установки параметров в энергонезависимую память. Изменения изложены в Приложении 2

5.4.1 Пакет позволяет установить текущую скорость обмена данными.

5.4.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 8.

5.4.3 Структура пакета – ответа измерителя при запросе скорости обмена приведена в таблице 9.

Таблица 8 – Структура поля данных пакета установки скорости обмена

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x02	Установка скорости обмена	0x02
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0	0x01 – 1200 0x02 – 2400 0x03 – 4800 0x04 – 9600 0x05 – 19200 0x06 – 38400 0x07 – 57600 0x08 – 115200	Заданное значение скорости обмена	0x01
5	Контрольная сумма			0x9E

Таблица 9 – Структура поля данных подтверждения установки скорости обмена

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C

2	Тип запроса	0x02	Установка скорости обмена	0x02
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x9F

ВНИМАНИЕ! Новое значение скорости будет сохранено в энергонезависимой памяти измерителя. Новое (сохраненное) значение скорости будет выбрано после сброса микроконтроллера измерителя (включения питания).

5.5 Запрос имени измерителя

5.5.1 Пакет используется для чтения имени измерителя. Имя передается в виде строки ASCII символов. Максимальный размер строки 16 байт. Значение по умолчанию: «NO NAME».

5.5.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 10.

5.5.3 Структура пакета – ответа измерителя при запросе имени приведена в таблице 11. В приведенном примере показан ответ имени измерителя «NO NAME».

Таблица 10 – Структура поля данных запроса имени измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x03	Запрос имени измерителя	0x03
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x9E

Таблица 11 – Структура поля данных ответа на запрос имени измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C

2	Тип запроса	0x03	Запрос имени измерителя	0x03
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0	ASCII	Первый символ имени	0x4E
	...	ASCII	...	0x4F,0x20, 0x4E,0x41, 0x4D
4+N	DN (N<=16)	ASCII	Последний символ имени	0x45
4+N+1	Контрольная сумма			0xB8

5.6 Установка имени измерителя

ВНИМАНИЕ: Для датчиков с прошивками версий 4.0X-4.2X и 5.0X-5.2X (выпуск 2019г и позже) изменен порядок установки параметров в энергонезависимую память. Изменения изложены в Приложении 2

5.6.1 Пакет используется для установки нового имени измерителя. Имя передается в виде строки ASCII символов. Максимальный размер строки 16 байт.

5.6.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 12. В приведенном примере устанавливается новое имя «PYLON WEST».

5.6.3 Структура пакета – ответа измерителя при установке нового имени приведена в таблице 13.

Таблица 12 – Структура поля данных ответа на запрос имени измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x04	Установка имени измерителя	0x04
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0	ASCII	Первый символ имени	0x50
	...	ASCII	...	0x59 0x4C 0x4F 0x4E 0x20 0x57 0x45 0x53
4+N	DN (N<=16)	ASCII	Последний символ имени	0x54
4+N+1	Контрольная сумма			0xE8

Таблица 13 – Структура поля данных ответа на запрос установки имени измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x04	Установка имени измерителя	0x04
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x99

5.7 Запрос смещения нуля

5.7.1 Пакет используется для чтения установленного смещения нуля показаний измерителя по оси Y и X.

5.7.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 14.

5.7.3 Структура пакета – ответа измерителя при запросе смещения нуля приведена в таблице 15.

Таблица 14 – Структура поля данных запроса смещения нуля

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x05	Запрос смещения нуля	0x05
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x98

Таблица 15 – Структура поля данных ответа на запрос смещения нуля

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x05	Запрос смещения нуля	0x05
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Данные D0.0 - D0.7		Дробная часть угла по оси Y	0x80
5	Данные D1.0 - D1.7		Целая часть угла по оси Y	0x0A
6	Данные D2.0 - D2.5		Целая часть угла по оси Y	0x80
	Данные D2.6		Размерность угла по оси Y (0 - угловые секунды, 1 - угловые минуты)	
	Данные D2.7		Знак угла по оси Y (0 - положительный, 1 - отрицательный)	

7	Данные D3.0 - D3.7		Дробная часть угла по оси X	0x20
8	Данные D4.0 - D4.7		Целая часть угла по оси X	0x05
9	Данные D5.0 - D5.5		Целая часть угла по оси X	0x00
	Данные D5.6		Размерность угла по оси X (0 - угловые секунды, 1 - угловые минуты)	
	Данные D5.7		Знак угла по оси X (0 - положительный, 1 - отрицательный)	
10	Контрольная сумма			0xB7

ПРИМЕЧАНИЕ: Формат представления данных в ответе на запрос смещения нуля аналогичен 5.1

5.8 Установка смещения нуля

ВНИМАНИЕ: Для датчиков с прошивками версий 4.0X-4.2X и 5.0X-5.2X (выпуск 2019г и позже) изменен порядок установки параметров в энергонезависимую память. Изменения изложены в Приложении 2

5.8.1 Пакет используется для установки нового значения смещения нуля показаний измерителя по оси Y и X.

5.8.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 16.

5.8.3 Структура пакета – ответа измерителя при установке нового значения смещения нуля приведена в таблице 17.

Таблица 16 – Структура поля данных запроса установки смещения нуля

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x06	Установка смещения нуля	0x06
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Данные D0.0 - D0.7		Дробная часть угла по оси Y	0x40
5	Данные D1.0 - D1.7		Целая часть угла по оси Y	0x04
6	Данные D2.0 - D2.5		Целая часть угла по оси Y	0x00
	Данные D2.6		Размерность угла по оси Y (0 - угловые секунды, 1 - угловые минуты)	
	Данные D2.7		Знак угла по оси Y (0 - положительный, 1 - отрицательный)	
7	Данные D3.0 - D3.7		Дробная часть угла по оси X	0x00
8	Данные D4.0 - D4.7		Целая часть угла по оси X	0x03
9	Данные D5.0 - D5.5		Целая часть угла по оси X	0x00
	Данные D5.6		Размерность угла по оси X (0 - угловые секунды, 1 - угловые минуты)	
	Данные D5.7		Знак угла по оси X (0 - положительный, 1 - отрицательный)	

10	Контрольная сумма		0xDC
----	-------------------	--	------

ПРИМЕЧАНИЕ: Формат представления данных в запросе установки смещения нуля аналогичен 5.1

Таблица 17 – Структура поля данных ответа на установку смещения нуля

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x06	Установка смещения нуля	0x06
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x9B

5.9 Установка адреса измерителя

ВНИМАНИЕ: Для датчиков с прошивками версий 4.0X-4.2X и 5.0X-5.2X (выпуск 2019г и позже) изменен порядок установки параметров в энергонезависимую память. Изменения изложены в Приложении 2

- 5.9.1 Пакет используется для установки нового значения адреса измерителя.
- 5.9.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 18.
- 5.9.3 Структура пакета – ответа на запрос нового адреса приведена в таблице 19.

Таблица 18 – Структура поля данных запроса установки адреса

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x09	Установка адреса измерителя	0x09
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0	1 – 254	Новое значение адреса	0x02
5	Контрольная сумма			0x96

Таблица 19 – Структура поля данных запроса установки адреса

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C

2	Тип запроса	0x09	Установка адреса измерителя	0x09
3	Адрес измерителя	1 - 254	Новый адрес измерителя	0x02
5	Контрольная сумма			0x97

5.10 Запрос номера редакции ПО измерителя

5.10.1 Пакет используется для запроса номера редакции встроенного ПО измерителя.

5.10.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 20.

5.10.3 Структура пакета – ответа измерителя на запрос номера редакции ПО приведена в таблице 21. В приведенном примере номер редакции ПО равен 199.

Таблица 20 – Структура поля данных запроса номера редакции ПО

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0A	Запрос номера редакции ПО	0x0A
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x97

Таблица 21 – Структура поля данных ответа на запрос номера редакции ПО

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0A	Запрос номера редакции ПО	0x0A
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0		Младший байт номера редакции ПО	0xC7
5	D1		Старший байт номера редакции ПО	0x00
6	Контрольная сумма			0x50

5.11 Запрос заводского номера измерителя

5.11.1 Пакет используется для запроса заводского номера измерителя.

5.11.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 22.

5.11.3 Структура пакета – ответа измерителя на запрос заводского номера приведена в таблице 23. В приведенном примере заводской номер равен 1887.

Таблица 22 – Структура поля данных запроса заводского номера

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0B	Запрос заводского номера	0x0B
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x96

Таблица 23 – Структура поля данных ответа на запрос заводского номера

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0B	Запрос заводского номера	0x0B
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0		Байт 0 заводского номера	0x5F
5	D1		Байт 1 заводского номера	0x07
6	D2		Байт 2 заводского номера	0x00
7	D3		Байт 3 заводского номера	0x00
8	Контрольная сумма			0xCE

5.12 Запрос количества тактов усреднения

5.12.1 Пакет используется для запроса количества тактов усреднения.

5.12.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 24.

5.12.3 Структура пакета – ответа измерителя на запрос количества тактов усреднения приведена в таблице 25.

Таблица 24 – Структура поля данных запроса количества тактов усреднения

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0C	Запрос количества тактов усреднения	0x0C
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01

4	Контрольная сумма			0x91
---	-------------------	--	--	------

Таблица 25 – Структура поля данных ответа на запрос количества тактов усреднения

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0C	Запрос количества тактов усреднения	0x0C
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0	0x00 – 1 0x01 – 2 0x02 – 4 0x03 – 8 0x04 – 16 0x05 – 32	Данные по количеству тактов усреднения	0x05
8	Контрольная сумма			0x94

5.13 Установка количества тактов усреднения

ВНИМАНИЕ: Для датчиков с прошивками версий 4.0X-4.2X и 5.0X-5.2X (выпуск 2019г и позже) изменен порядок установки параметров в энергонезависимую память. Изменения изложены в Приложении 2

5.13.1 Пакет используется для установки нового значения количества тактов усреднения.

5.13.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 26.

5.13.3 Структура пакета – ответа измерителя на запрос количества тактов усреднения приведена в таблице 27.

Таблица 26 – Структура поля данных запроса установки количества тактов усреднения

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0D	Установка количества тактов усреднения	0x0D
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
	D0	0x00 – 1 0x01 – 2 0x02 – 4 0x03 – 8 0x04 – 16 0x05 – 32	Данные по количеству тактов усреднения	0x01
4	Контрольная сумма			0x91

Таблица 27 – Структура поля данных ответа на установку количества тактов усреднения

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0D	Установка количества тактов усреднения	0x0D
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
8	Контрольная сумма			0x90

5.14 Запрос периода усреднения

5.14.1 Пакет используется для запроса периода усреднения.

5.14.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 28.

5.14.3 Структура пакета – ответа измерителя на запрос периода усреднения приведена в таблице 29.

Таблица 28 – Структура поля данных запроса периода усреднения

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0E	Запрос периода усреднения	0x0E
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x93

Таблица 29 – Структура поля данных ответа на запрос периода усреднения

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0E	Запрос периода усреднения	0x0E
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	D0	0x00 – 10 мс 0x01 – 20 мс 0x02 – 50 мс 0x03 – 100 мс	Данные по периоду усреднения	0x02
8	Контрольная сумма			0x91

5.15 Установка периода усреднения

ВНИМАНИЕ: Для датчиков с прошивками версий 4.0X-4.2X и 5.0X-5.2X (выпуск 2019г и позже) изменен порядок установки параметров в энергонезависимую память. Изменения изложены в Приложении 2

5.15.1 Пакет используется для установки нового значения периода усреднения.

5.15.2 Структура пакета – запроса приведена в таблице 30.

5.15.3 Структура пакета – ответа измерителя на установку периода усреднения приведена в таблице 31.

Таблица 30 – Структура поля данных запроса на установку периода усреднения

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0F	Установка периода усреднения	0x0F
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
	D0	0x00 – 10 мс 0x01 – 20 мс 0x02 – 50 мс 0x03 – 100 мс	Данные по периоду усреднения	0x00
4	Контрольная сумма			0x92

Таблица 31 – Структура поля данных ответа на установку периода усреднения

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9C	Дополнительный протокол обмена	0x9C
2	Тип запроса	0x0F	Установка периода усреднения	0x0F
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0x92

6 Описание пакетов устаревших версий

Измерители ИН-Д3 ранних версий могут работать с протоколами предыдущих версий (2.10). В случае, если не удастся опросить данные измерителя отправкой пакетов, приведенных в разделе 5, следует пользоваться протоколом, приведенным в настоящем разделе.

6.1 Запрос в протоколе 2.10

Структура пакета запроса для протокола 2.10 приведена на рисунке 3.

Идентификатор протокола (ProtocolID)	Идентификатор пакета (PacketID)	Адрес измерителя (Address)	Контрольная сумма (Checksum)
--------------------------------------	---------------------------------	----------------------------	------------------------------

Рисунок 3

Идентификатор протокола (1 байт) определяет версию протокола и набор пакетов, поддерживаемых измерителем.

Идентификатор пакета (1 байт) определяет тип запроса и структуру данных в ответе.

Адрес измерителя (1 байт) – адрес измерителя, которому отправлен запрос.

Контрольная сумма (1 байт) равна дополнению суммы всех байт пакета до значения 0x100. В расчет контрольной суммы не входит идентификатор протокола и не учитывается бит переноса.

Таким образом, контрольная сумма рассчитывается по формуле 2:

$$Checksum = 0x100 - [(PacketID + Address) AND 0xFF] \quad (2)$$

6.2 Ответ в протоколе 2.10

Ответный пакет представляет собой лишь поле с данными и контрольную сумму. То есть в ответном пакете отсутствуют идентификатор протокола, идентификатор пакета и адрес измерителя. Контрольная сумма добавляется только, если размер поля данных более одного байта. Контрольная сумма вычисляется аналогично контрольной сумме в пакете с запросом по формуле 2.

??

Размер и структура данных зависит от идентификатора пакета с запросом.

ВНИМАНИЕ! Организация транспортного уровня для протокола 2.10 полностью аналогична методике, описанной в разделе 3.

6.3 Запрос показаний измерителя в протоколе 2.10

Структура запроса показаний измерителя в протоколе 2.10 приведена в таблице 32.

Таблица 32 – Структура поля данных запроса показаний измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9A	Пакеты протокола версии 2.10	0x9A
2	Тип запроса	0x01	Запрос показаний измерителя	0x01
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0xFE

Ответ измерителя содержит поле данных, структура которого полностью аналогична приведенной в 5.1.

6.4 Пинг измерителя в протоколе 2.10

Данный тип пакета используется для проверки подключен ли измеритель с заданным адресом к измерительной линии. Структура пакета запроса приведена в таблице 33.

Таблица 33 – Структура поля данных пинга измерителя

Байт	Назначение поля	Допустимые значения	Примечание	Пример
1	Идентификатор протокола	0x9A	Пакеты протокола версии 2.10	0x9A
2	Тип запроса	0x03	Пакет позволяет определить подключен ли измеритель с данным адресом в систему. В случае если измеритель не подключен, то ответа не последует.	0x03
3	Адрес измерителя	1 - 254		0x01
4	Контрольная сумма			0xFC

Если измеритель с заданным адресом подключен к линии, датчик отправит ответ с одним байтом 0x35 в поле данных. В противном случае, ответа датчика не последует.

На рисунке 1.1 приведена блок-схема возможного алгоритма приема пакетов ПК или сторонним контроллером

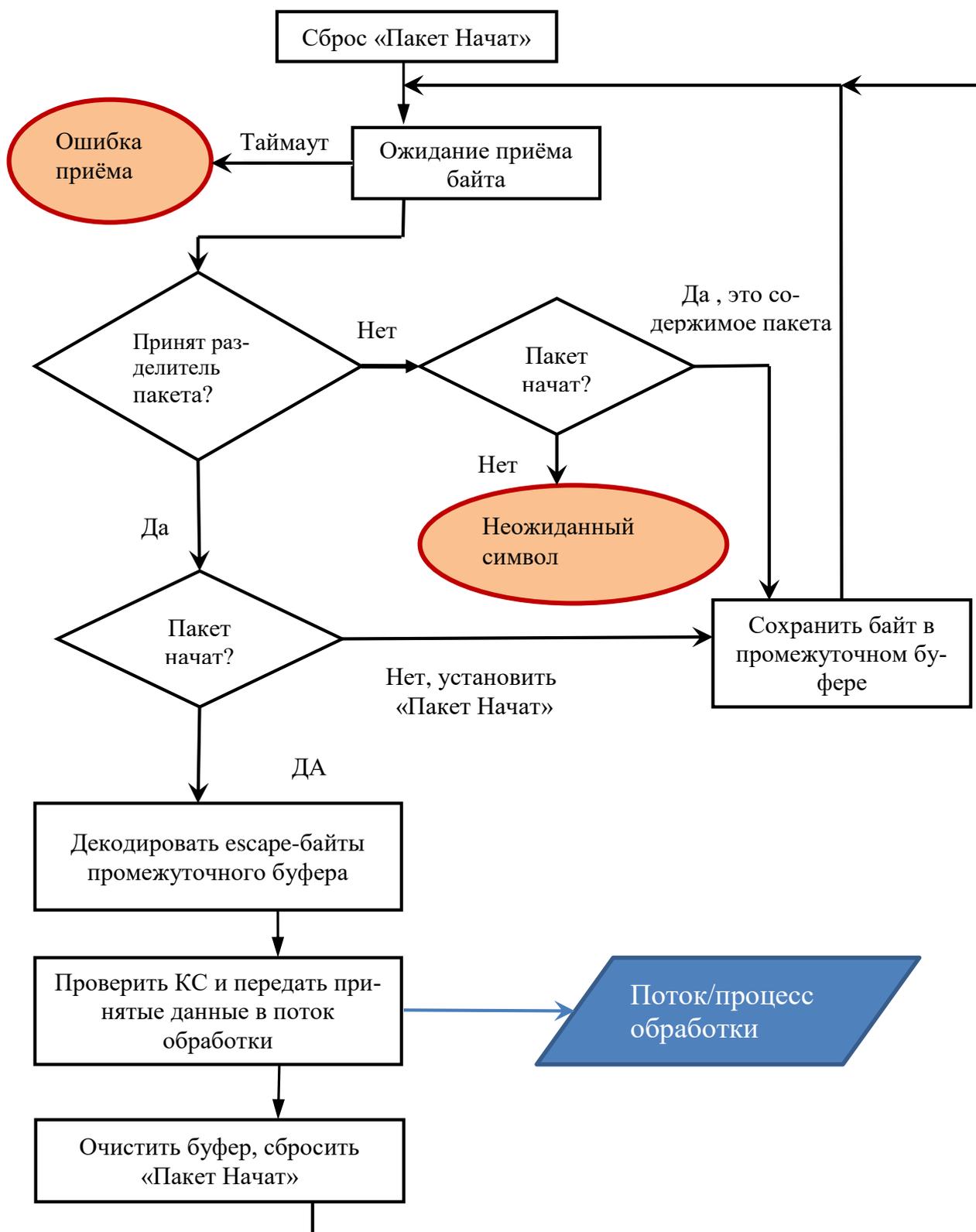


Рисунок 1.1 – Блок-схема алгоритма приема пакетов ПК или сторонним контроллером при обмене данными с измерителем.

Изменения порядка настройки параметров датчиков

Для предотвращения случайного изменения настроек датчика при сильных помехах на линии в следствие приема ложной команды в прошивках версий 4.0X-4.2X и 5.0X-5.2X изменение всех настроек датчика (адрес, скорость обмена, смещение нуля и т.п.) производится с помощью последовательности двух команд.

Первая команда выполняется в соответствии с протоколом 2.11 (пункты 5.4, 5.6, 5.8, 5.9) и изменяет текущие настройки датчика только в оперативной памяти. Такие настройки будут сброшены до записанных в энергонезависимую память при выключении/включении питания.

Для записи всех настроек из оперативной памяти в энергонезависимую необходимо выполнить следующую команду, закодированную в ESCAPE-последовательность (пункт 3.5):

1 байт – 0x9D

2 байт – 0x04

3 байт – текущий адрес датчика в оперативной памяти

4 байт – сумма по модулю 2 первых 3-х байт и 0x5A