

**РАДАР**  
**Высотомер-1**

**Руководство по эксплуатации**  
**ТСКЯ.466369.008-01РЭ**

## Содержание

1 Основные сведения и технические данные .....	4
2 Указания по применению и эксплуатации .....	8
2.1 Условия эксплуатации .....	8
2.2 Монтаж изделия .....	8
2.3 Подключение изделия .....	8
2.4 Включение изделия .....	8
2.5 Проверка изделия .....	8
2.6 Конфигурирование изделия .....	13
2.7 Обновление ПО изделия .....	15
3 Техническое обслуживание и ремонт .....	17
3.1 Техническое обслуживание .....	17
3.2 Ремонт .....	17
4 Транспортирование, хранение и утилизация .....	18
4.1 Транспортирование и хранение .....	18
4.2 Утилизация .....	18
Приложение А (обязательное) Описание протокола обмена «Стандартный» .....	19
Приложение Б (обязательное) Описание протокола обмена «Расширенный» .....	20
Приложение В (обязательное) Описание протокола обмена «Modbus» .....	23
Приложение Г (обязательное) Перечень принятых сокращений .....	24

Настоящее РЭ содержит описание устройства, принцип работы, технические характеристики и правила эксплуатации, необходимые для изучения и правильной технической эксплуатации радара Высотомер-1 ТСКЯ.466369.008-01 (далее - изделие).

Эксплуатация изделия должна проводиться лицами, ознакомленными с его конструкцией и принципом работы, а также с настоящим РЭ.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** производить монтаж и демонтаж изделия при включенном электропитании изделия.

## 1 Основные сведения и технические данные

### 1.1 Основные сведения об изделии

1.1.1 Изделие является однолучевым радиолокационным измерителем высоты частотного диапазона 24 ГГц, и предназначено для оценки расстояния от нижней плоскости крышки изделия до поверхности земли или препятствия.

Изделие формирует непрерывный сигнал, частота которого изменяется по линейному закону. Этот сигнал излучается передающей частью антенной решетки в направлении земли. Отраженный от поверхности земли сигнал принимается приемной частью антенной решетки. Частота отраженного от поверхности земли сигнала изменяется по тому же закону, что и излученного, но смещена по времени. При перемножении принятого и передаваемого сигналов формируется сигнал, частота которого пропорциональна времени задержки отраженного частотно-модулированного сигнала. По параметрам данного сигнала определяется высота изделия относительно поверхности земли или других препятствий.

1.1.2 Взаимодействие с изделием осуществляется по шине RS-485. В изделии реализовано несколько протоколов обмена:

– *Стандартный*. Информация о результате измерения дальности до подстилающей поверхности, выдаваемая в шину RS-485 с периодом  $(20 \pm 2)$  мс;

– *Расширенный*. Информация о объектах в поле зрения изделия, а также результате измерения дальности до подстилающей поверхности, выдаваемая в шину RS-485 с периодом  $(20 \pm 2)$  мс;

– *Modbus*. Информация о результате измерения дальности до подстилающей поверхности, выдаваемая по принципу «Запрос-Ответ».

Описание протоколов приведено в приложении А. Выбор необходимого протокола производится при конфигурации изделия с использованием специализированного ПО.

Габаритные размеры изделия, расположение отверстий для крепления приведены на рисунке 1.1.

Пример расположения изделия на объекте приведен на рисунке 1.2.

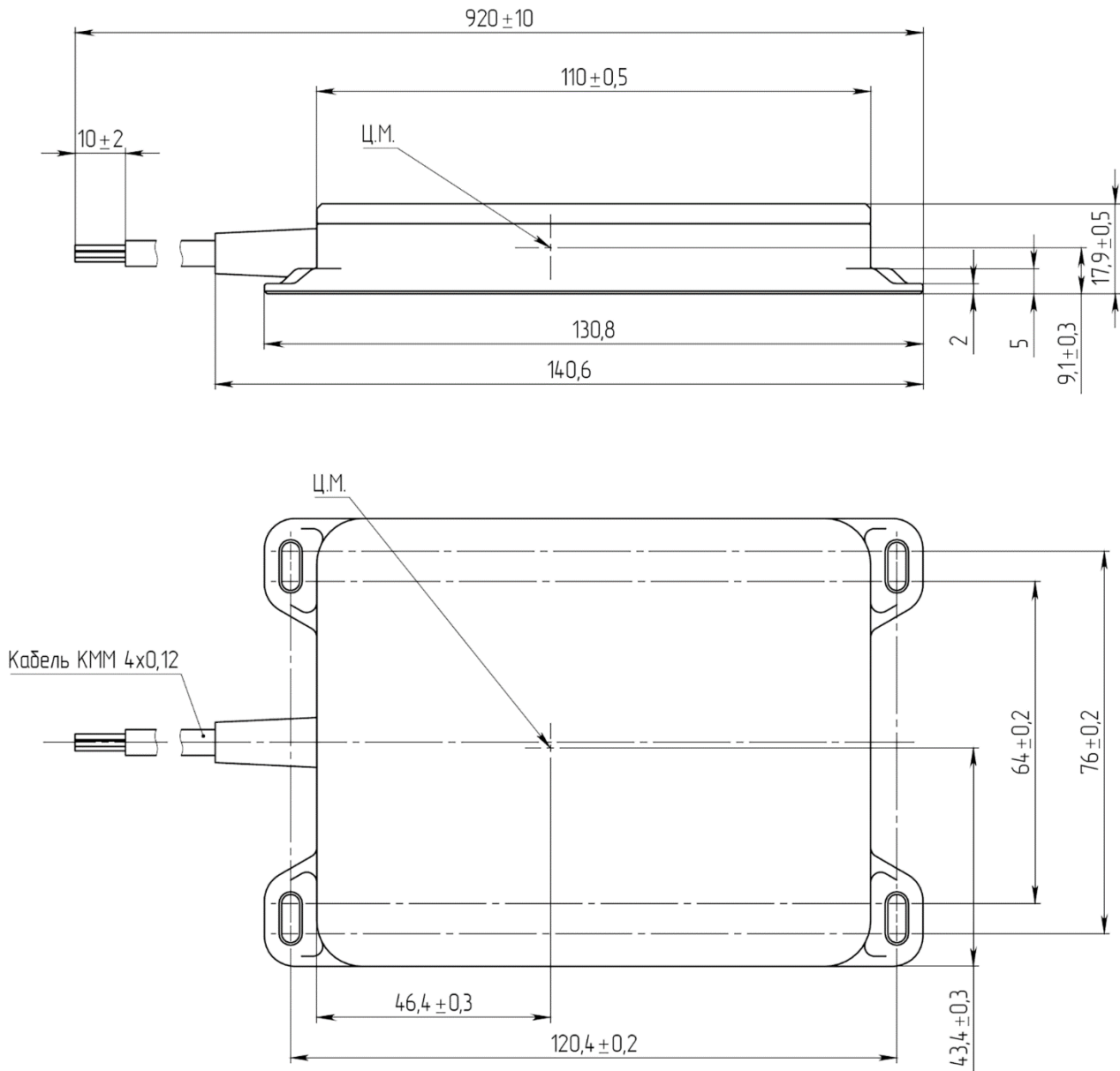


Рисунок 1.1 – Габаритные размеры изделия, расположение отверстий для крепления  
(лист 1 из 2)

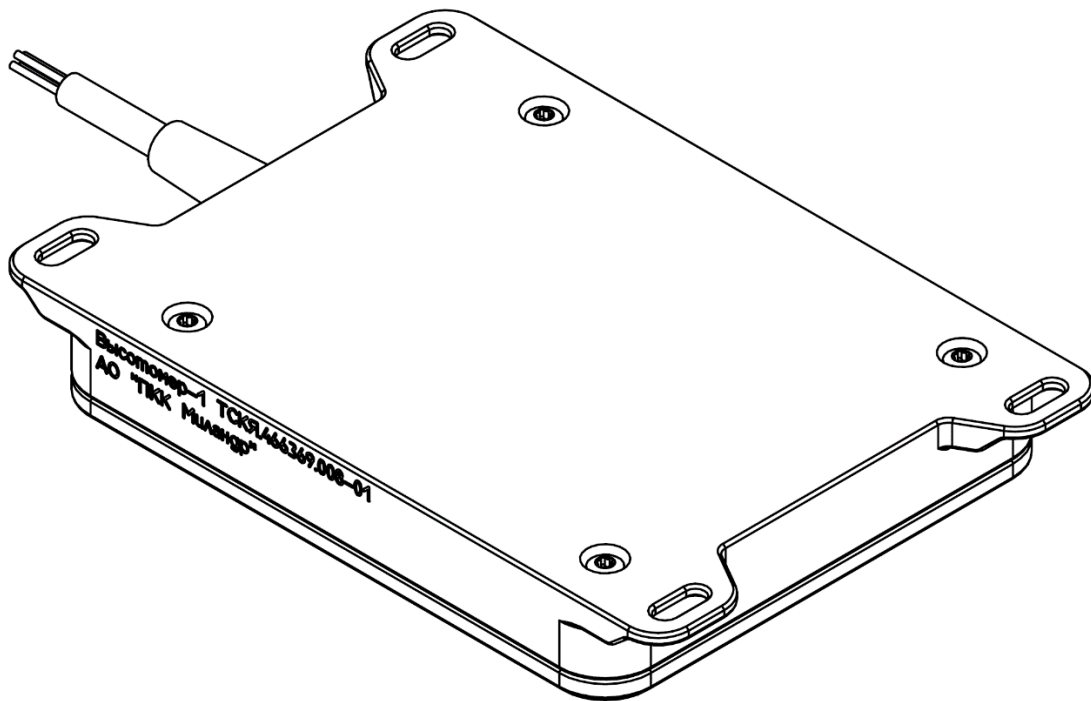
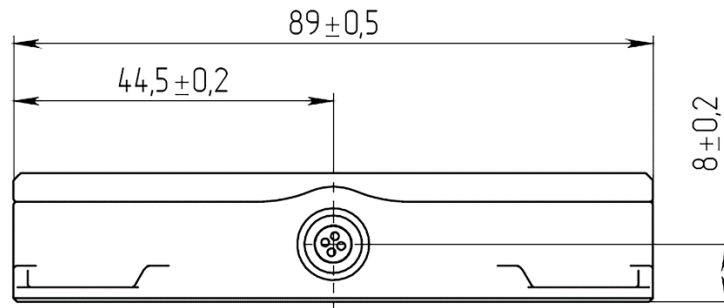


Рисунок 1.1 (лист 2 из 2)

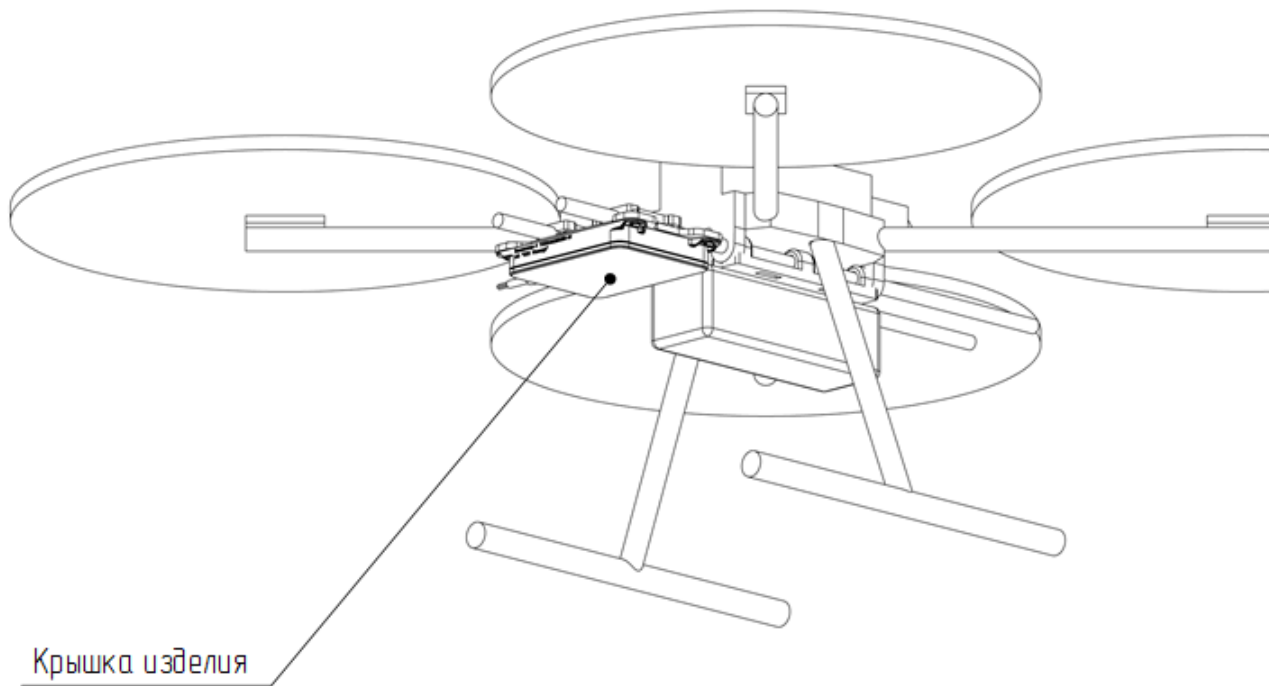


Рисунок 1.2 – Пример расположения изделия на объекте  
(беспилотном летательном аппарате)

## 2 Указания по применению и эксплуатации

### 2.1 Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды от минус 40 °С до плюс 75 °С;
- относительная влажность 95 % при 30 °С;
- атмосферное давление от 60 до 106,7 кПа (от 450 до 800 мм рт. ст.).

### 2.2 Монтаж изделия

2.2.1 Изделие располагают на летательном аппарате крышкой вниз (см. рисунок 1.2) и фиксируют при помощи винтов или иных стандартных крепёжных изделий с резьбой М3 через четыре монтажных отверстия на корпусе изделия (см. рисунок 1.1).

2.2.2 Место установки изделия на летательном аппарате должно быть выбрано таким образом, чтобы исключить попадание в поле зрения изделия отражающих поверхностей, за исключением подстилающей.

### 2.3 Подключение изделия

2.3.1 Необходимо обеспечить герметичное подключение изделия.

2.3.2 Подключение и отключение изделия производить только при отключенном питании.

2.3.3 Подключение изделия производить в соответствии с маркировкой проводов выходного кабеля изделия.

2.3.4 В изделии на шине RS-485 установлен терминирующий резистор ( $120 \pm 5$ ) Ом. Не рекомендуется использовать схему подключения отличную от схемы подключения типа «точка-точка».

### 2.4 Включение изделия

2.4.1 Цепь питания GND подключить на минус источника питания.

2.4.2 Цепь питания PWR подключить на плюс источника питания, напряжением от 9 до 32 В и мощностью не менее 3 Вт.

2.4.3 Подать питание на изделие.

2.4.4 Изделие готово к работе через время не более чем 5 минут.

### 2.5 Проверка изделия

2.5.1 Данные, соответствующие результату работы изделия, можно получить и проанализировать с помощью специализированного ПО, которое используется для визуального отображения результатов измерения:

- «Altimeter-1 Viewer» для работы по протоколу «Стандартный»;
- «Altimeter-1 Viewer Ext» для работы по протоколу «Расширенный»;
- «Altimeter-1 Viewer Mb» для работы по протоколу «Modbus».

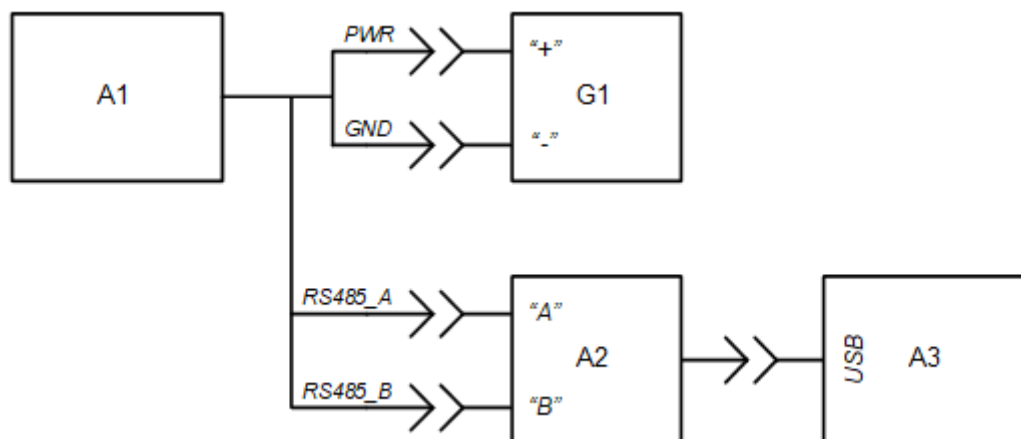


Список необходимого оборудования представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Список оборудования

Наименование оборудования	Количество
Радар Высотомер-1 ТСКЯ.466369.008-01	1
ПЭВМ с предустановленным ПО* для отображения	1
Преобразователь USB/RS485	1
Источник питания 12В	1
* Находится на сайте предприятия-изготовителя <a href="http://milandr.ru">http://milandr.ru</a>	

2.5.2 Установите изделие согласно 2.2 и подключите по схеме, приведенной на рисунке 2.1. Маркировка цепей приведена в таблице 2.2.



- A1 – Радар «Высотомер-1»;
- A2 – Преобразователь интерфейсов USB/RS-485;
- A3 – ПЭВМ;
- G1 – Источник питания.

Рисунок 2.1 – Схема подключения

Таблица 2.2 – Маркировка цепей

Цепь	Цвет провода	Цвет термоусаживаемой трубки
RS485_B	Зелёный (белый)	Зелёный
RS485_A	Жёлтый (коричневый, слоновая кость)	Жёлтый
PWR	Красный	Красный
GND	Синий (чёрный, серый)	Чёрный

2.5.3 Подайте питающее напряжение на изделие. Выполните проверку в соответствии с протоколом, установленным в изделии:

- п. 2.5.4 - проверка по протоколу «Стандартный»;
- п. 2.5.5 - проверка по протоколу «Расширенный»;
- п. 2.5.6 - проверка по протоколу «Modbus».

2.5.4 Проверка по протоколу «Стандартный»:

- запустите программу Altimeter-1 Viewer (рисунок 2.2);

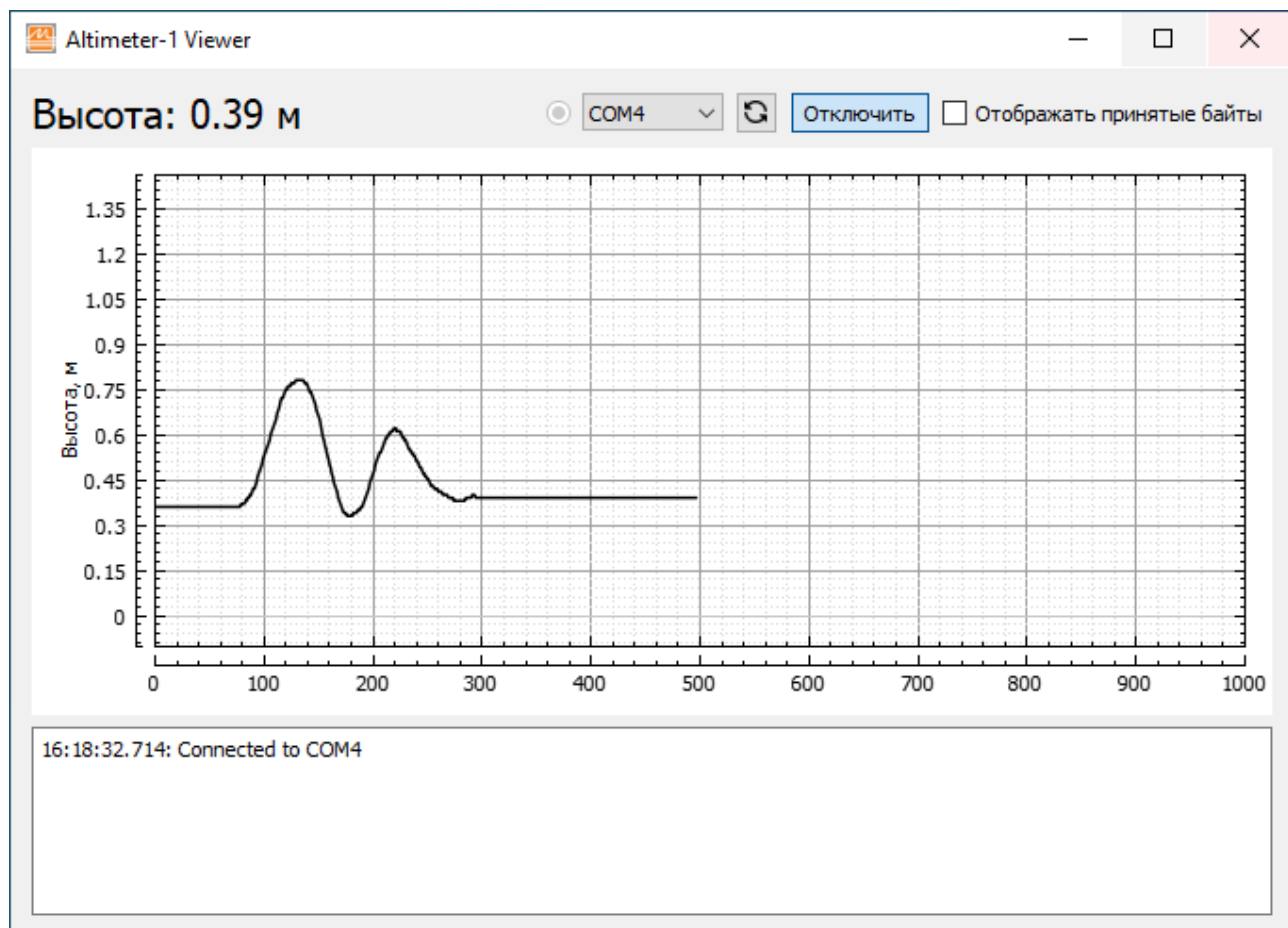



Рисунок 2.2 – Внешний вид окна программы Altimeter-1 Viewer

- нажмите кнопку  для обновления списка доступных портов;
- выберите необходимый порт из списка доступных и нажмите кнопку «Подключить». При корректном подключении, в поле «Высота, м» и области вывода графиков будет отображаться результат измерения;
- для изменения масштаба оси вывода результата измерения выберите график или ось высоты. Перемещение мыши с зажатой левой клавишей приводит к смещению графика вдоль оси, прокрутка колесика – масштабированию графика.

### 2.5.5 Проверка по протоколу «Расширенный»:

- запустите программу Altimeter-1 Viewer Ext (рисунок 2.3);

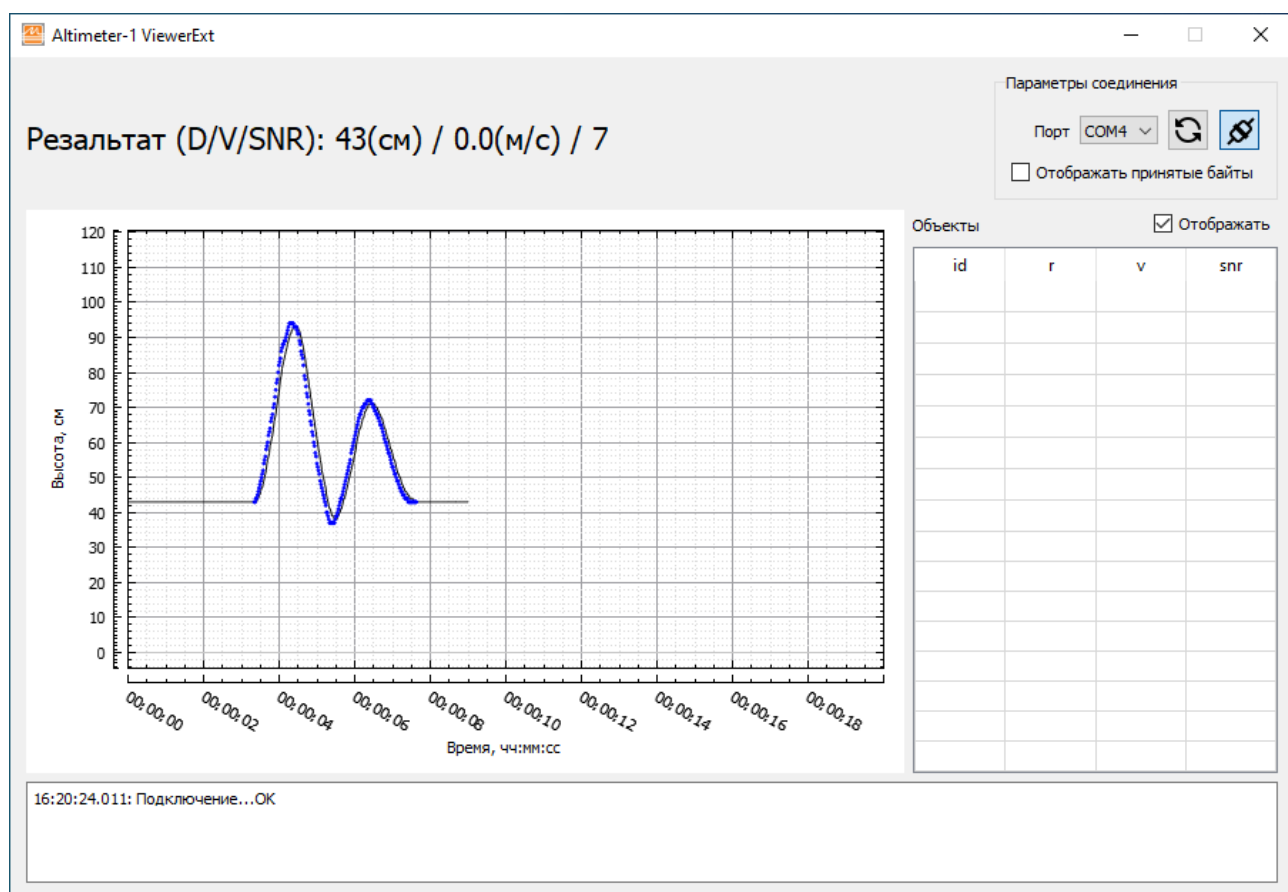




Рисунок 2.3 – Внешний вид окна программы Altimeter-1 Viewer Ext

- нажмите кнопку  для обновления списка доступных портов;
- выберите необходимый порт из списка доступных и нажмите кнопку . При корректном подключении, в поле «Результат (D/V/SNR)» и области вывода графиков будет отображаться результат измерения – дальность, скорость и соотношение сигнал-шум. В таблице «Объекты» будут отображаться детектируемые объекты. В изделии отбрасываются статичные объекты, таким образом отсутствие информации в таблице «Объекты» может свидетельствовать, что все объекты, находящиеся в поле зрения изделия, статичны;

- для отображения отметок дальности до обнаруженных объектов установите галочку в поле «Отображать» (рисунок 2.3);
- для изменения масштаба оси вывода результата измерения выберите график или ось высоты. Перемещение мыши с зажатой левой клавишей приводит к смещению графика вдоль оси, прокрутка колесика – масштабированию графика.

### 2.5.6 Проверка по протоколу «Modbus»

- запустите программу Altimeter-1 Viewer Mb (рисунок 2.4);

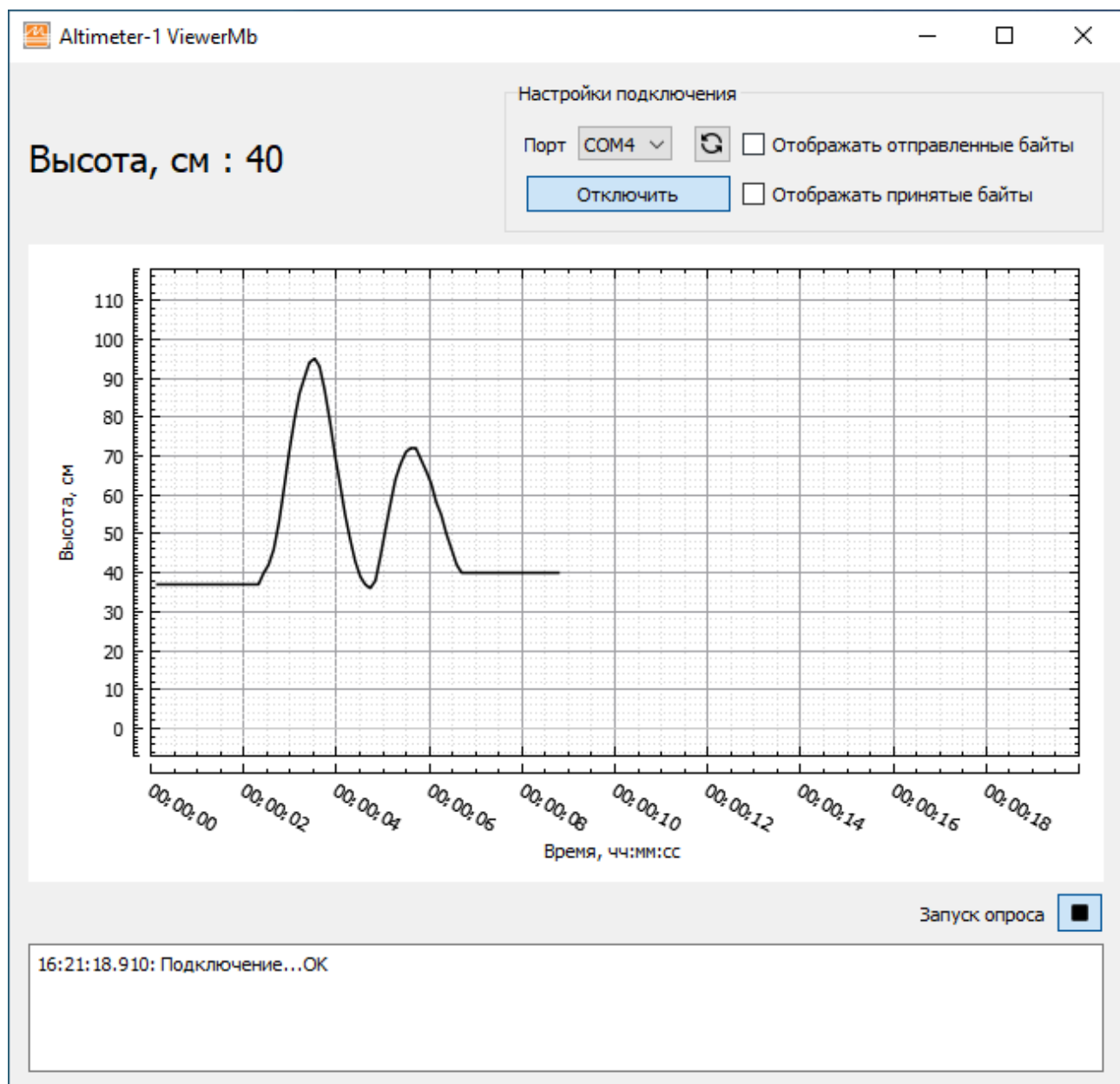




Рисунок 2.4 – Внешний вид окна программы Altimeter-1 Viewer Mb

- нажмите кнопку  для обновления списка доступных портов;
- выберите необходимый порт из списка доступных и нажмите кнопку «Подключить»;

– нажмите кнопку  в поле «Запуск опроса» для запуска чтения показаний дальности. При корректном подключении, в поле «Высота, см» и области вывода графиков будет отображаться результат измерения;

– для изменения масштаба оси вывода результата измерения выберите график или ось высоты. Перемещение мыши с зажатой левой клавишей приводит к смещению графика вдоль оси, прокрутка колесика – масштабированию графика.

### 2.5.7 Устранение неисправностей

В случаях некорректного подключения воспользуйтесь таблицей 2.3 для устранения неисправности.

Таблица 2.3 – Перечень возможных неисправностей и способы их устранения

Описание неисправности (внешние признаки)	Вероятная причина неисправности	Рекомендуемые действия
В окне программы визуализации не отображаются результаты измерения	Напряжение питания менее 9 В или отсутствует	Подать питание на изделие
	Поврежден (неисправен) кабель подключения	Демонтировать изделие и передать в ремонт на предприятие-изготовитель
	Ошибка связи с изделием	Проверить корректность выбранного порта подключения
	Неисправность преобразователя USB/RS485	Заменить преобразователь
В окне программы визуализации отображается заведомо некорректная дальность	Неисправность изделия	Демонтировать изделие и передать в ремонт на предприятие-изготовитель
	Ошибка связи с изделием	Проверить корректность выбранного порта подключения
	Неисправность изделия	Демонтировать изделие и передать в ремонт на предприятие-изготовитель

## 2.6 Конфигурирование изделия

2.6.1 Конфигурирование изделия осуществляется с использованием специализированного ПО «Configurator\_SRAv1»\*.

2.6.2 Установите изделие согласно 2.2 и подключите по схеме, приведенной на рисунке 2.1.

2.6.3 Запустите программу «Configurator\_SRAv1» (рисунок 2.5).

\* Находится на сайте предприятия-изготовителя <http://milandr.ru>

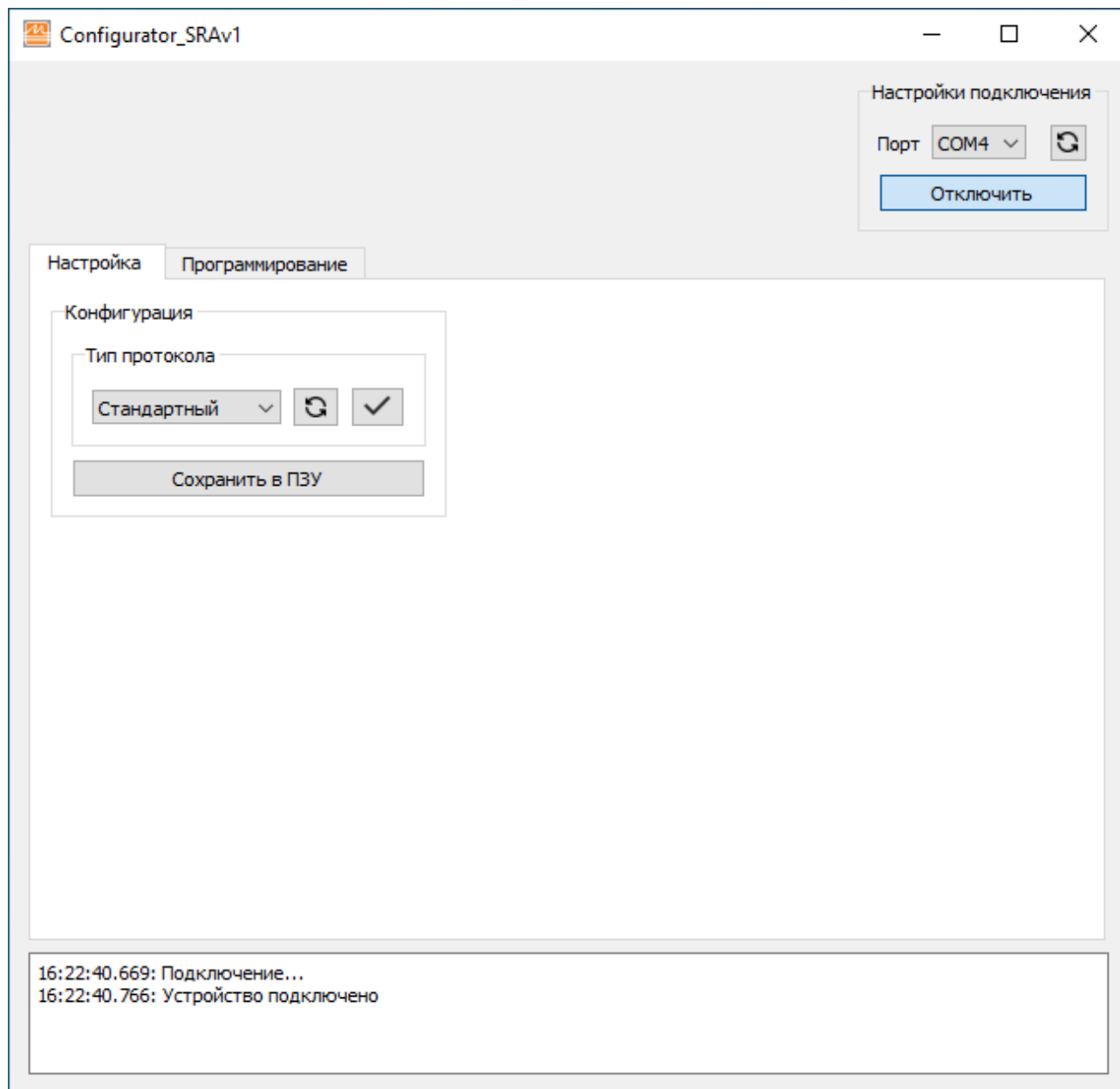





Рисунок 2.5 – Внешний вид окна программы Configurator\_SRAv1

2.6.4 Нажмите кнопку  для обновления списка доступных портов. Затем выберите необходимый порт из списка доступных.

2.6.5 Подайте питающее напряжение на изделие. Между второй и пятой секундой с момента подачи питания нажмите кнопку «Подключить».

2.6.6 Убедитесь в корректности подключения. В поле состояния должно появиться сообщение «Устройство подключено».

2.6.7 Перейдите на вкладку «Настройка» (рисунок 2.5). Для чтения текущего типа протокола нажмите кнопку .


2.6.8 В случае необходимости смены типа протокола, в списке «Тип протокола» выберите необходимый протокол и нажмите кнопку . Затем нажмите кнопку «Сохранить в ПЗУ».

2.6.9 Отключите питание от изделия.

2.6.10 Выполните действия 2.6.5 – 2.6.7 для проверки корректности смены протокола.

2.7 Обновление ПО изделия

2.7.1 Обновление ПО осуществляется с помощью специализированного ПО «Configurator\_SRAv1» в следующем порядке:

- подключите изделие согласно 2.2 и схеме, приведенной на рисунке 2.1;
- запустите программу «Configurator\_SRAv1» (рисунок 2.5);
- нажмите кнопку  для обновления списка доступных портов. Затем выберите необходимый порт из списка доступных;
- подайте питающее напряжение на изделие. Между второй и пятой секундой с момента подачи питания нажмите кнопку «Подключить»;
- перейдите на вкладку «Программирование»;
- нажмите кнопку «Выбрать файл» и в открывшемся диалоговом окне выберите загружаемый файл;
- нажмите кнопку «Обновить ПО» и дождитесь окончания процесса программирования (рисунок 2.6);
- снимите питание с изделия.

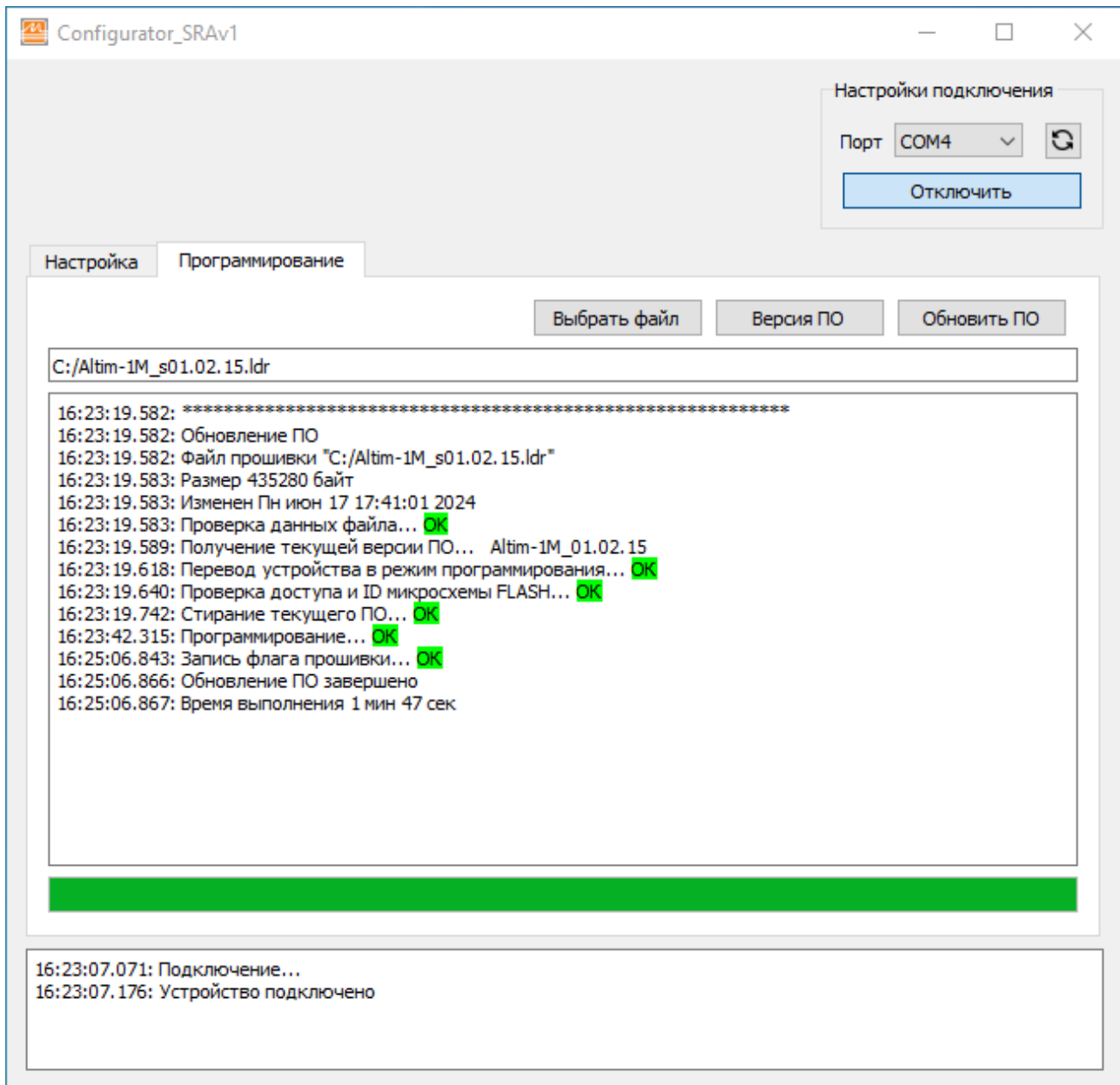


Рисунок 2.6 – Внешний вид окна программы Configurator\_SRAv1



### 3 Техническое обслуживание и ремонт

#### 3.1 Техническое обслуживание

3.1.1 Техническое обслуживание изделия заключается в периодическом, по мере загрязнения, удалении с корпуса следов пыли и грязи, а также проверке состояния кабельного соединения на предмет наличия коррозии и окислов и удаления оных (при наличии).

3.1.2 Для ухода за изделием использовать сухую мягкую ткань.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** применение бытовой химии и чистящих абразивных средств.

#### 3.2 Ремонт

3.2.1 В условиях эксплуатации изделие является неремонтируемым, невозстанавливаемым. В случае обнаружения неисправности изделия, за исключением случаев, указанных в таблице 2.3, необходимо обратиться на предприятие-изготовитель.

## 4 Транспортирование, хранение и утилизация

### 4.1 Транспортирование и хранение

4.1.1 Изделие можно транспортировать любым видом транспорта, обеспечивающим его сохранность от механических повреждений и атмосферных осадков в соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта, а также обеспечивающим механизированную погрузку и выгрузку путем заезда погрузчиков на грузовую платформу транспорта.

4.1.2 Защита от атмосферных осадков при транспортировании по условиям хранения 2 (С) ГОСТ 15150-69.

4.1.3 Условия транспортирования в зависимости от воздействия климатических факторов – 2 (С) по ГОСТ 15150-69.

4.1.4 Условия транспортирования в зависимости от воздействия механических факторов - по категории Л (2) ГОСТ Р 51908-2002.

4.1.5 Условия хранения изделия – 1 по ГОСТ 15150-69 в упаковке предприятия-изготовителя.

4.1.6 Консервация по ГОСТ 9.014-78, группа III-2. Вариант защиты ВЗ-0.

### 4.2 Утилизация

4.2.1 После снятия с эксплуатации изделие не представляет опасности для окружающей среды, здоровья и жизни человека, и подлежит утилизации в соответствии с действующим законодательством

## Приложение А (обязательное)

### Описание протокола обмена «Стандартный»

А.1 Данное приложение описывает реализацию протокола обмена «Стандартный» с изделием. Изделие имеет последовательный интерфейс RS-485 и является ведущим (master) устройством. Передача данных происходит по последовательному протоколу со скоростью 115200 бод, 8 бит данных, 2 стоповых бита, бит четности не используется.

А.2 Изделие выдает пакет, содержащий данные о высоте, периодически с интервалом  $(20 \pm 2)$  мс, высота передается в сантиметрах. Назначение байт данных в пакете представлено в таблице А.1

Таблица А.1

Номер байта	Данные	Назначение
0	0xFE	Маркер заголовка (префикс)
1	0x01	Версия устройства
2	N/A	Дальность (младший байт)
3	N/A	Дальность (старший байт)
4	N/A	SNR (шум)
5	N/A	Контрольная сумма (CRC)

CRC вычисляется по формуле:

$$\text{CRC} = (\text{Байт0} + \text{Байт1} + \text{Байт2} + \text{Байт3}) \& 0xFF.$$

Пример:

пакет данных:

0xFE 0x01 0xD3 0x00 0x31 0xD2

интерпретация:

маркер заголовка = 0xFE

дальность = 0x00D3 = 211см = 2,11м

контрольная сумма =  $(0xFE+0x01+0xD3+0x00)\&0xFF = 0xD2$

## Приложение Б (обязательное)

### Описание протокола обмена «Расширенный»

Б.1 Данное приложение описывает реализацию протокола обмена «Расширенный» с изделием. Изделие имеет последовательный интерфейс RS-485 и является ведущим (master) устройством. Передача данных происходит по последовательному протоколу со скоростью 115200 бод, 8 бит данных, 2 стоповых бита, бит четности не используется.

Б.2 Изделие выдает набор пакетов данных с интервалом  $(20 \pm 2)$  мс. Формат пакета данных представлен в таблице Б.1.

Таблица Б.1

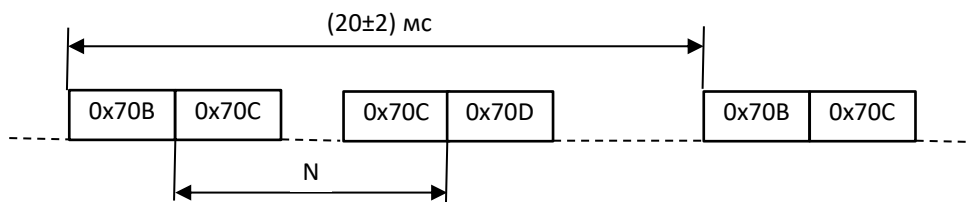
Номер байта	Данные	Назначение
0	0xAA	Младший байт маркера начала пакета
1	0xAA	Старший байт маркера начала пакета
2		Младший байт идентификатора пакета
3		Старший байт идентификатора пакета
[4...10]		Блок данных
11		Контрольная сумма (CRC). Младший байт суммы байт с 4 по 10, то есть: $CRC = (\text{Байт}4 + \text{Байт}5 + \dots + \text{Байт}10) \& 0xFF$
12	0x55	Младший байт маркера конца пакета
13	0x55	Старший байт маркера конца пакета

Б.3 Идентификаторы пакетов и их назначение приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Обозначение	Значение	Назначение
TargetStatus	0x70B	Информация об обнаруженных объектах
TargetInfo	0x70C	Параметры обнаруженного объекта
HightInfo	0x70D	Параметры объекта, характеризующего подстилающую поверхность

Б.4 Изделие формирует блок пакетов в соответствии с рисунком Б.1.



N – количество объектов на текущем шаге измерения (от 0 до 16).

Рисунок Б.1

Б.5 Сообщение *TargetStatus* (0x70B)

Сообщение формируется на каждом шаге измерения. Структура сообщения представлена на рисунке Б.2.

	7	6	5	4	3	2	1	0			
0	7	6	5	4	3	2	1	0			
	← msb							Количество объектов		lsb	
1	15	14	13	12	11	10	9	8			
								← msb		Счетчик циклов	lsb
2	23	22	21	20	19	18	17	16			
3	31	30	29	28	27	26	25	24			
4	39	38	37	36	35	34	33	32			
5	47	46	45	44	43	42	41	40			
6	55	54	53	52	51	50	49	48			
7	63	62	61	60	59	58	57	56			

Рисунок Б.2

Поле «Количество объектов» - число обнаруженных объектов на текущем шаге измерения. Максимальное количество объектов – 16.

Поле «Счетчик циклов» - непрерывно меняющийся счетчик (0-1-2-3-0-1-2-3... и т.д.).

Б.6 Сообщение *TargetInfo* (0x70C)

Сообщение формируется для каждого обнаруженного объекта на каждом шаге измерения. В случае отсутствия обнаружений, сообщение не формируется. Структура сообщения представлена на рисунке Б.3.

	7	6	5	4	3	2	1	0
0	7 msb	6	5	4	3	2	1	0 lsb
	Идентификатор цели							
1	15 msb	14	13	12	11	10	9	8 lsb
	SNR							
2	23 msb	22	21	20	19	18	17	16 lsb
	Дальность младший байт							
3	31 msb	30	29	28	27	26	25	24 lsb
	Дальность старший байт							
4	39	38	37	36	35	34	33	32
5	47 msb	46 lsb	45	44	43	42 msb	41	40 lsb
	Счетчик циклов				Скорость старший байт			
6	55 msb	54	53	52	51	50	49	48 lsb
	Скорость младший байт							
7	63	62	61	60	59	58	57	56

Рисунок Б.3

Поле **«Идентификатор цели»** - номер цели. Диапазон значений – [0..255].

Поле **«Дальность»** - расстояние до объекта в сантиметрах. Диапазон значений [0..65535] см.

Поле **«Счетчик циклов»** - непрерывно меняющийся счетчик (0-1-2-3-0-1-2-3... и т.д.).

Поле **«Скорость»** - скорость цели. Диапазон значений [-51.2..51.2] м/с. Шаг - 0.05 м/с

Поле **«SNR»** - соотношение сигнал/шум. Диапазон значений [0..255].

Б.7 Сообщение *HightInfo* (0x70D).

Сообщение формируется на каждом шаге измерения. Структура сообщения представлена на рисунке Б.3 и представляет собой информацию об объекте, соответствующем подстилающей поверхности. В случае отсутствия обнаружений, в сообщении передается информация с предыдущего шага измерения.

**Приложение В**  
**(обязательное)**

**Описание протокола обмена «Modbus»**

В.1 Данное приложение описывает реализацию протокола Modbus RTU в ПО изделия. Изделие имеет последовательный интерфейс RS-485 и является ведомым (slave) устройством, отвечающим на команды с соответствующим адресом в пакете протокола.

В.2 По последовательному интерфейсу поддерживается протокол верхнего уровня Modbus с форматом пакета RTU в полном соответствии с документом «Modbus over Serial Line Specification & Implementation Guide V1.0». Изделие поддерживает скорость передачи 115200 бод в режиме: без контроля бита четности, 8 бит данных, 2 стоп-бита. Физический интерфейс 0x13.

В.3 Изделие поддерживает команды Modbus в полном соответствии с синтаксисом запроса и ответа, определенными в документе «Modbus Application Protocol Specification v1.1a». Поддерживаются запросы к конкретным изделиям по их адресам, широковещательный режим не поддерживается. Адрес устройства - 0x13.

Изделие поддерживает следующие команды:

Read Input Registers (0x04).

В.4 Перечень доступных регистров приведен в таблице В.1.

Таблица В.1 – Регистры данных (Input Registers)

Адрес	Название	Диапазон значений / Описание
0x1200	Высота, см	0 : 65536

В.5 Чтение регистров данных производится командой 0x04 (Read Input Registers). Пример чтения приведен в таблице В.2. Значение высоты – 538 см (0x21A).

Таблица В.2

**Запрос**

Адрес Modbus	Функция	Адрес рег. Hi	Адрес рег. Lo	Кол-во рег. Hi	Кол-во рег. Lo	CRC Hi	CRC Lo
13	04	12	00	00	01	37	C0

**Ответ**

Адрес Modbus	Функция	Счетчик байт	Hi Знач. регистра	Lo Знач. регистра	CRC Hi	CRC Lo
13	04	12	00	00	37	C0

Приложение Г  
(обязательное)

Перечень принятых сокращений

- ПО - программное обеспечение;
- ПЭВМ - персональная электронно-вычислительная машина;
- РЭ - руководство по эксплуатации.